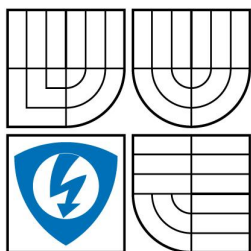


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY



FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

BEZDRÁTOVÝ PŘÍSTUPOVÝ SYSTÉM

Wireless access system

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

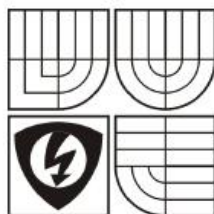
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Jaroslav Sekyra

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR FIEDLER, PhD.

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Kybernetika, automatizace a měření

Student: Sekyra Jaroslav, Bc.

Ročník: 2

ID: 89586

Akademický rok: 2007/08

NÁZEV TÉMATU:

Bezdrátový přístupový systém

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Navrhněte a realizujte HW čtečky karet Mifare na bázi modulů Rabbit 3000 s bezdrátovým rozhraním pro připojení dalších terminálů.
2. Navrhněte a realizujte bezdrátový přístupový terminál se čtečkou karet Mifare.
3. Navrhněte komunikační architekturu mezi terminálem s IP konektivitou a bezdrátovými terminály, počítejte při návrhu s potřebou zabezpečit tuto komunikaci.
4. Ověřte funkčnost bezdrátové komunikace a zahajte implementaci komunikaci mezi terminály.

Při návrhu HW s moduly Rabbit koordinujte práci s kolegou pracujícím na souvisejícím zadání tak, aby vzniklý HW byl jednotný.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 3.12.2007

Termín odevzdání: 26.5.2008

Vedoucí práce: Ing. Petr Fiedler, Ph.D.

prof. Ing. Pavel Jura, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Bc. Jaroslav Sekyra
Bytem: Krhová 277, Valašské Meziříčí, 756 63 Krhová
Narozen/a (datum a místo): 31.5. 1982, Valašské Meziříčí

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 244/53, 602 00, Brno
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

(dále jen „nabyvatel“)

Článek 1 Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
- ☒ diplomová práce
- ☐ bakalářská práce
- ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Bezdrátový přístupový systém
Vedoucí / školitel VŠKP: Ing. Petr Fiedler, PhD.
Ústav: Ústav automatizační a měřicí techniky
Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

- | | | | |
|--|---|-----------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> tištěné formě | – | počet exemplářů | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> elektronické formě | – | počet exemplářů | 1 |

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☒ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....
Nabyvatel

.....
Autor

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

Bezdrátový přístupový systém

Diplomová práce

Studijní obor: Kybernetika, automatizace a měření
Student: Bc. Jaroslav Sekyra
Vedoucí práce: Ing. Petr Fiedler, Ph.D.

Abstrakt :

Tato diplomová práce pojednává o praktické realizaci přístupového terminálu pro akademickou půdu s možností přenosu dat pomocí rádiového modulu ZigBee PAN4551 a Ethernetového modulu Rabbit RCM3200.

Dle zadání má přístupový systém využívat RFID karet standardu Mifare, s jejichž pomocí se uživatel identifikuje u vstupního terminálu do střeženého objektu. Při požadavku vstupu uživatele jsou poslána potřebná data do serveru pomocí rádia ZigBee nebo Ethernetového modulu Rabbit. Na serveru je spuštěn databázový systém, ve kterém jsou uložena přístupová práva jednotlivých uživatelů. Databázový systém přijatá data zpracuje a pošle zpět terminálu. Součástí odpovědi je informace o umožnění přístupu uživateli. Tím se vytváří v databázi přehled o průchodech uživatelů.

V první části je nejprve blokově navržena celá koncepce přístupového terminálu. Dále jsou zde detailněji popsány základní požadavky jednotlivých bloků a jejich umístění ve střeženém objektu. V další kapitole jsou postupně rozebrány základní funkce terminálu.

V následujících kapitolách je prakticky řešena mechanická konstrukce, elektronické schéma a napájení přístupového systému. Zároveň jsou zde vybrány a technicky popsány jednotlivé hardwarové komponenty terminálu.

V dalších kapitolách je vysvětlen komunikační protokol, nakreslen vývojový diagram hlavních smyček programu pro jednotlivé varianty terminálu, přerušovací funkce od časovače, sériové linky a vnějšího vstupu od rádiového obvodu MC13193. Dále jsou podrobně popsány jednotlivé funkce celého programu psané v jazyce C. V poslední kapitole je ukázka serverové databázové aplikace „AccessServer“ a její základní popis.

Klíčová slova : ZigBee, přístupový systém, RFID, bezdrátový přístupový systém, Rabbit

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL, MEASUREMENT AND INSTRUMENTATION

Wireless access system

Thesis

Specialisation of study: Cybernetics, Control and Measurement
Student: Bc. Jaroslav Sekyra
Supervisor: Ing. Petr Fiedler, PhD.

Abstract :

This diploma thesis describes practical realization of entrance terminal, which enables transmission of data thanks to radio module ZigBee PAN4551 and Ethernet module Rabbit RCM3200.

This entrance system uses Mifare RFID cards, with whose user will identify at the entrance terminal of the guarded object. Data are sent to server station by radio module ZigBee or Ethernet module Rabbit during demand of entrance. The database of all entrance rights of all users is stored on this server. Data system works up received data and sends them back to the terminal. One part of these data is the information about enabling of user entrance. The database system makes a list of passing through users.

In the first part of this work whole conception of entrance terminal is suggested. Then basic demands of each block are described in details as well as their placement in guarded object. Next chapters describe basic function of terminal, electrical scheme, and system of power supplies for the access system. Also individual hardware components are chosen and described.

In the on of the last chapter there is flow-process diagram of main loops for individual variants of terminal and interrupts functions from timer, serial link and external input from radio network MC13193 drawn.

In the last chapter there is a show of server data application “AccessServer” and his basic description.

Key words: ZigBee, access system, RFID, Wireless access system, Rabbit

Bibliografická citace

SEKYRA, J. *Bezdrátový přístupový systém*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 90 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Fiedler, Ph.D.

P r o h l á š e n í

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma "Bezdrátový přístupový systém" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne :

Podpis:

P o d ě k o v á n í

Děkuji tímto Ing. Petru Fiedlerovi, Ph.D. a Ing. Ondřeji Hynčicovi za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.
Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům a svému nejbližšímu okolí za podporu a trpělivost při studiu.

V Brně dne :

Podpis:

OBSAH

OBSAH.....	1
SEZNAM OBRÁZKŮ	3
1. ÚVOD	5
2. KONCEPCE PŘÍSTUPOVÉHO SYSTÉMU	6
2.1 Základní požadavky na jednotlivé bloky systému.....	7
2.1.1 Přístupový panel.....	7
2.1.2 Základní jednotka	7
2.1.3 Elektronický zámek	8
2.1.4 Komunikační struktura	8
2.1.5 Napájení.....	8
2.2 Rozmístění jednotlivých bloků systému v budově.....	9
2.2.1 Umístění přístupového panelu.....	10
3. PŘÍSTUPOVÝ TERMINÁL NA AKADEMICKÉ PŮDĚ	13
3.1 Základní funkce terminál	13
3.1.1 Historie přístupu	13
3.1.2 Výjimečný stav budovy	14
3.1.3 Typy přístupu	14
3.1.4 Hlášení žádosti autorizace osob serveru	14
3.1.5 Požadavek na zastřežení místnosti	14
4. VSTUPNÍ PŘÍSTUPOVÝ TERMINÁL.....	15
4.1 Identifikační část terminálu	15
4.1.1 RFID přístupové karty	16
4.1.2 Přístupové čipy DALLAS [2]	19
4.1.3 Klávesnicová identifikace.....	20
4.2 Řídicí část terminálu	21
4.3 Zobrazovací část terminálu	22
4.4 Bezdrátové komunikační moduly	23
4.4.1 ZigBee moduly.....	23
4.4.2 Radiometrix modul [7]	25

4.5 Komunikační moduly.....	27
4.5.1 Ethernetový modul RabbitCore RCM3200 [13]	27
4.5.2 Síťový modem 230V [5] [6]	28
5. KONSTRUKCE VSTUPNÍHO PŘÍSTUPOVÉHO TERMINÁLU.....	30
5.1 Mechanická konstrukce přístupového terminálu.....	30
5.2 Elektrické schéma přístupového terminálu	34
5.2.1 Základní deska.....	34
5.2.2 Rozšiřující deska	37
6. NAPÁJENÍ PRO PŘÍSTUPOVÉ TERMINÁLY	40
6.1 Samostatné napájení každého modulu	40
6.2 Společné napájení dílčích celků	40
6.3 Společné napájení celého systému.....	40
6.3.1 Zdroj v přístupovém terminálu.....	42
7. KOMUNIKAČNÍ PROTOKOL [20]	43
7.1 Transportní vrstva [20]	43
7.1.1 Příkazy transportní vrstvy [20].....	45
7.2 Aplikační vrstva [20]	47
7.2.1 Příkazy aplikační vrstvy [20]	48
8. SOFTWARE VYBAVENÍ MIKROKONTROLÉRU MC9S08	50
8.1 Program přístupového terminálu	50
8.1.1 Jednotlivé vývojové diagramy programu	50
8.1.2 Popis programu a jednotlivých funkcí.....	57
9. PROGRAM DATABÁZOVÉHO SERVERU [20]	69
10. ZÁVĚR	70
11. SEZNAM LITERATURY	72
12. SEZNAM ZKRATEK	74
13. SEZNAM PŘÍLOH	75

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1: Blokový návrh celého přístupového systému.....	6
Obrázek 2.2: Rozmístění bloků přístupového systému	9
Obrázek 2.3: Ideální umístění přístupového panelu	11
Obrázek 2.4: Varianta přístupu jedné osoby do objektu.....	12
Obrázek 2.5: Varianta přístupu dvou osob do objektu	12
Obrázek 4.1: Blokové schéma vstupního terminálu.....	15
Obrázek 4.2: Blokové schéma karty MIFARE [1].....	17
Obrázek 4.3: Čtečka RFID karet od firmy Elatec [12].....	18
Obrázek 4.4: Blokové schéma čipu DALLAS [2]	19
Obrázek 4.5: Přístupový čip DALLAS v ochranném pouzdře [2]	20
Obrázek 4.6: Přístupová klávesnice s 16 tlačítky [8]	20
Obrázek 4.7: Procesorová deska terminálu s modulem PAN4451 [11]	22
Obrázek 4.8: LCD displej 2x16 znaků [8]	22
Obrázek 4.9: Blokové schéma ZigBee rádiového modulu [3] [4] [11]	24
Obrázek 4.10: ZigBee rádiový modul [4]	24
Obrázek 4.11: Blokové schéma modulu TX2EH-433-64-3V [7]	25
Obrázek 4.12: Radiometrix radiový modul TX2EH-433-64-3V [7].....	26
Obrázek 4.13: Modul RabbitCore RCM3200 [13].....	27
Obrázek 4.14: Vnitřní blokové schéma obvodu MAX2986 a MAX2980 [5] [6].....	28
Obrázek 5.1: Blokové schéma vstupního terminálu.....	30
Obrázek 5.2: Vnější vzhled přístupového terminálu	32
Obrázek 5.3: Vnitřní rozmístění modulů na základní desce v příst. terminálu.....	33
Obrázek 5.4: Vnitřní rozmístění modulů na zobrazovací desce v příst. terminálu	34
Obrázek 6.1: Celkové napájení terminálů.....	41
Obrázek 6.2: DC-DC měnič +5V pro přístupový terminál.....	42
Obrázek 6.3: DC-DC měnič +3V pro přístupový terminál.....	42
Obrázek 8.1: Zapojení BDM konektoru	50
Obrázek 8.2: Vývojový diagram přerušení pro příjem dat na SCI1	50
Obrázek 8.3: Vývojový diagram přerušení pro příjem dat na SCI2.....	51

Obrázek 8.4 Vývojový diagram přerušení pro příjem dat z rádia	51
Obrázek 8.5 Vývojový diagram přerušení časovače	52
Obrázek 8.6 Vývojový diagram hlavní smyčky	53
Obrázek 8.7 Vývojový diagram hlavní funkce <i>RozKombinace()</i>	54
Obrázek 8.8 První půlka vývojového diagramu hlavní funkce <i>RozZigBee()</i>	55
Obrázek 8.9 Druhá půlka vývojového diagramu hlavní funkce <i>RozZigBee()</i>	56
Obrázek 10.1: Vnitřní struktura mikroprocesoru MC9S08GB60 [3]	76
Obrázek 10.2: Rozložení vývodů modulu PAN4451 [11]	77
Obrázek 10.3: Schéma zapojení procesorové desky [11]	78
Obrázek 10.4: Schéma základní desky	81
Obrázek 10.5: Schéma rozšiřující desky	84

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 7.1: Navrhnutá struktura transportního rámce [20]	44
Tabulka č. 7.2: Příkazy transportní vrstvy [20]	46
Tabulka č. 7.3: Navrhnutá struktura aplikačního rámce [20]	47
Tabulka č. 7.4: Příkazy aplikační vrstvy [20]	49
Tabulka č. 13.1: Význam jednotlivých pinů modulu PAN4451[11]	77

1. ÚVOD

Už od dob dávného starověku, kdy si lidé začali uvědomovat důležitost a cenu ohně, zaváděli systém „přístupových práv“ k cennému a k životu potřebnému ohni.

Mnohatisíciletý vývoj lidského druhu tuto základní myšlenku nezměnil. Stále se rozhoduje, kdo a kam může či nemůže. Buď z důvodu bezpečnosti lidského života nebo z hlediska přístupových práv.

Hlavním cílem diplomové práce bylo rozvedení myšlenky přístupového systému a jeho praktická realizace. Byla navržena HW konstrukce přístupového terminálu, využívající systém identifikace pomocí karet RFID. Systém umí podporovat různé typy skupin uživatelů s různými autorizačními právy.

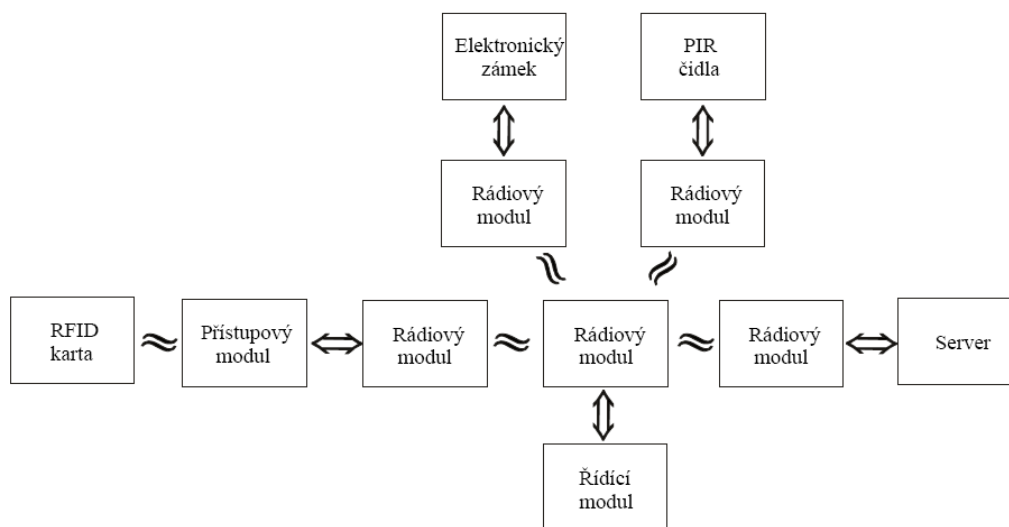
Základním požadavkem diplomové práce je využití ZigBee rádiového modulu PAN4451, ke kterému se přes rádiový přenos mají připojit další terminály. ZigBee modul může zároveň komunikovat s modulem Rabbit RCM3200, který přepoše zprávy určené serveru na sběrnici Ethernet.

Souběžně s touto prací vzniká diplomová práce „Přístupový systém s rozhraním Ethernet“, která se zaměřuje na návrh zabezpečené komunikační architektury a na vytvoření databázového serveru. Obě práce jsou koordinovány, tak aby výsledný produkt přístupového systému byl jednotný a univerzální na všechny typy přístupového zabezpečení.

2. KONCEPCE PŘÍSTUPOVÉHO SYSTÉMU

Návrh celkové koncepce přístupového systému vychází ze základního požadavku, vyvinout strukturu mechanického a elektronického zabezpečení schopnou zmařit pokusy o nežádoucí vniknutí do střeženého prostoru. Tím jsou dány tři základní požadavky: Vhodné rozmístění konstrukčních bloků, správná volba napájecích obvodů a volba komunikačních struktur mezi bloky systému.

Základní zjednodušenou koncepci přístupového systému zobrazuje Obrázek 2.1. Lze ji rozdělit do několika částí. Na část přístupovou (snímač identifikace, např. čtečka RFID), řídicí (základní jednotka), komunikační (např. rádiový přenos), databázovou (server) a na vstupně-výstupní periferie (PIR čidla, elektronický zámek).



Obrázek 2.1: Blokový návrh celého přístupového systému

Funkce navrženého přístupového systému spočívá v tom, že uživatel se identifikuje u přístupového terminálu. Přijatá data se odešlou řídicí jednotce, která rozhodne o platnosti dat. Pokud bylo rozhodnuto, že uživatel smí vejít do hlídaného objektu, vyšlou se data k elektronickému zámku.

Aby rozhodování bylo rychlé, je aktuální seznam aktivních přístupů vždy nahrán ze serveru přímo do řídicí jednotky. Informace o průchodu osob přes terminál je posílána zpět do serveru, čímž je možné vytvořit databázi pohybu osob po objektu.

2.1 ZÁKLADNÍ POŽÁDAVKY NA JEDNOTLIVÉ BLOKY SYSTÉMU

Pro všechny bloky platí základní důležitý požadavek: *V případě, že některý blok selže, nesmí systém zpřístupnit hlídáný objekt.*

2.1.1 Přístupový panel

Jelikož uživatel k celému systému přistupuje pouze přes přístupový panel, je na tento modul kladen největší bezpečnostní požadavek ze všech modulů v systému. Přístupový panel musí bezpečně a jednoznačně provést identifikaci uživatele.

K tomu slouží různé způsoby:

- karta RFID
- jednodrátových čip DALLAS
- číselný kód
- snímání sítnice oka
- snímání otisku prstu
- snímání hlasu

Další požadavek na panel je, aby uživatel, který se neoprávněně chce dostat do zabezpečeného prostoru, neotevřel bezpečnostní dveře pomocí poškozeného nebo nějak pozměněného přístupového panelu.

2.1.2 Základní jednotka

Srdcem celého systému je řídicí modul, který má za úkol zpracovat a vyhodnotit informace přijaté z přístupového panelu.

Hlavním parametrem je doba odezvy systému, která musí být dostatečně krátká, aby uživatel nečekal na otevření dveří nadměrně dlouhou dobu. Maximální přípustná doba od načtení karty byla stanovena na 1 s.

2.1.3 Elektronický zámek

Pokud bude systém instalován na pantové bezpečnostní dveře, patří mezi hlavní požadavky na elektronický zámek především robustnost a vysoká odolnost v počtu otevřených cyklů.

V každém případě by dveřní otevírací systém měl dávat zpětnou informaci řídící jednotce o stavu ovládaných dveří.

2.1.4 Komunikační struktura

Pro vyšší odolnost systému proti nežádoucímu vniknutí nepovolené osoby do zabezpečeného objektu je vhodné, aby jednotlivé bloky byly navzájem samostatně oddělené. Kvůli nežádoucímu zjištění rozmístění jednotlivých částí systému a kvůli možností zničit systém velmi vysokým napětím, není vhodné používat drátového propojení.

Jako ideální řešení pro komunikaci mezi jednotlivými bloky se jeví bezdrátová rádiová komunikace (viz. Obrázek 2.1). Základními požadavky na bezdrátovou komunikaci jsou dobrá prostupnost signálu v budově, rychlý a spolehlivý přenos dat a daleký dosah signálu.

2.1.5 Napájení

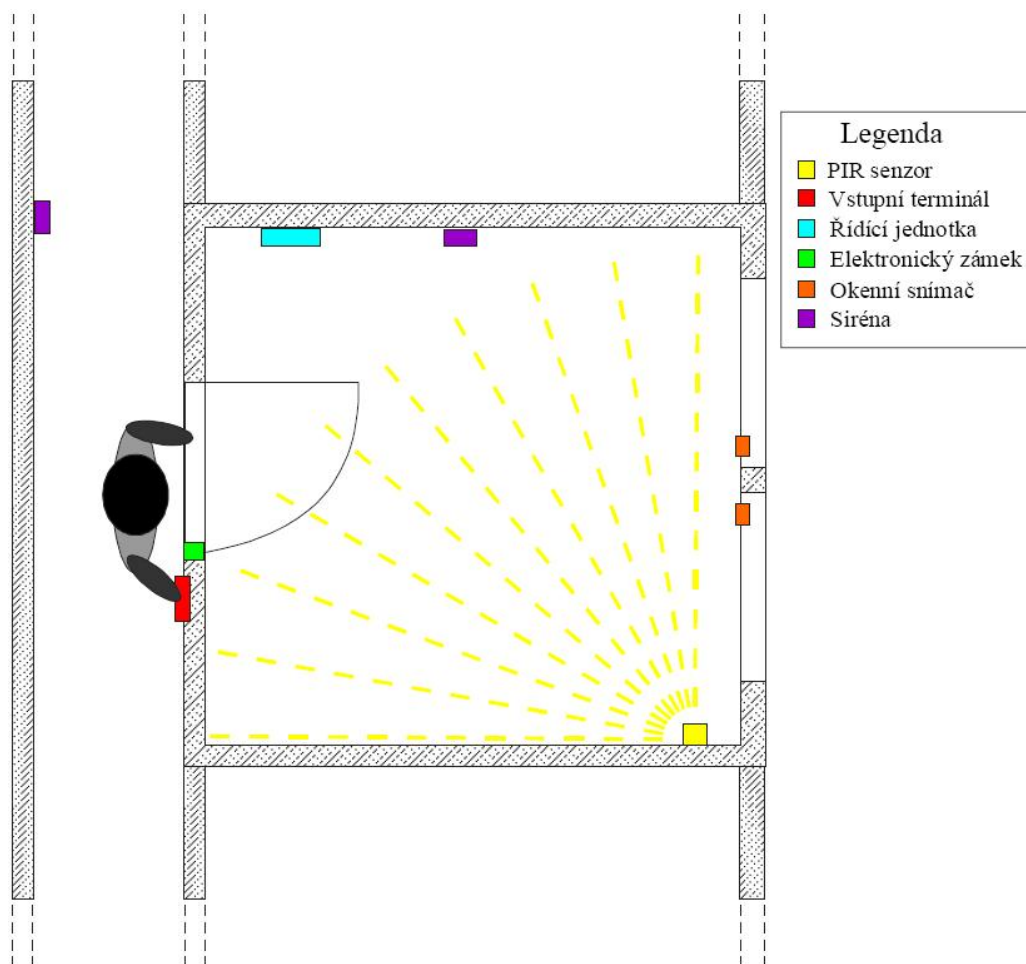
Pro přístupový systém je výhodné zvolit napájení z rozvodné sítě 230V se záložní baterií. Protože byl zvolen rádiový přenos dat mezi jednotlivými bloky viz. kapitola 2.1.4, je vhodné napájet každý blok zvlášť.

Při napájení bloků se doporučuje zařadit do okruhu proudový jistič prvek a přepětíovou ochranu proti nežádoucímu zničení celého bezpečnostního systému při neoprávněném vniknutí do objektu.

2.2 ROZMÍSTĚNÍ JEDNOTLIVÝCH BLOKŮ SYSTÉMU V BUDOVĚ

Pro jednotlivé bloky byly stanoveny v kapitole 2.1 základní požadavky. Aby byly adekvátně využity, je zapotřebí je velmi pečlivě do zabezpečovaného objektu nainstalovat.

Na Obrázek 2.2: Rozmístění bloků přístupového systému je vyobrazena jedna z možných variant instalovaného systému. Zobrazuje část výškové budovy, ve které je místnost s přístupovým a zabezpečovacím systémem.



Obrázek 2.2: Rozmístění bloků přístupového systému

Uživatel se identifikuje pomocí terminálu umístěného na chodbě u vstupních dveří. Data z terminálu jsou pomocí rádiových vln přenesena do řídicí jednotky, která je nainstalována v chráněném objektu tak, aby při vstupu nebyla na první pohled viditelná. Jako ideální místo se v konkrétním případě jeví prostor za dveřmi, kde vzniká jejich otevřením „neviditelný“ prostor. Jednotka ovšem nesmí být umístěna na stěně sousedící s chodbou. V případě sádkartonových příček by neoprávněný uživatel znehodnotil stěnu a vyřadit systém z provozu.

Po zpracování dat v řídicí jednotce je nebo není pomocí bezdrátového spojení poslán příkaz elektronickému zámku k otevření dveří. Ten je bezpečně zabudován ve dveřní zárubni a musí být dostatečně mechanicky dimenzován, aby odolal pokusu o vypáčení vstupního prostoru.

Celý střežený objekt včetně řídicí jednotky je pak hlídán zabezpečovacím systémem, kde okenní a PIR snímač jsou zabudovány tak, aby včas zareagovaly na nežádoucí podněty.

V objektu a mimo něj je použita bezdrátová siréna, která při povelu z řídicí jednotky zapne zvukovou a optickou signalizaci. Siréna se zároveň také aktivuje při ztrátě kontrolního signálu z důvodu vyřazení systém z provozu.

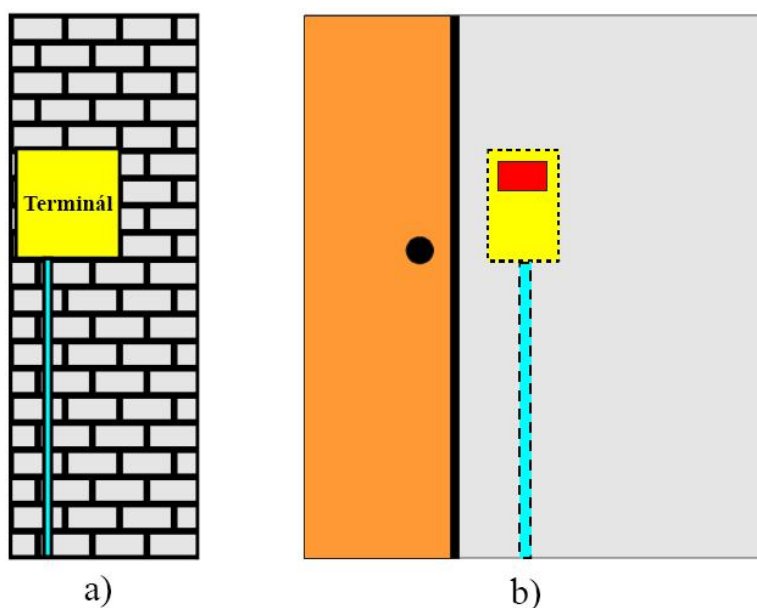
2.2.1 Umístění přístupového panelu

Jak už bylo uvedeno v kapitole 2.1.1, vstupnímu panelu je potřeba věnovat dostatečnou pozornost.

Panel musí být výškově umístěn tak, aby byl dobře viditelný a přístupný. Zároveň musí splňovat podmínku dosažitelnosti pro tělesně handicapované osoby. Doporučená výška je stanovena na 120÷130cm.

Důležitým parametrem přístupového panelu je také jeho design, který se však mění dle požadavků na umístění a dle složitosti konkrétní situace. Je proto obtížné stanovit přesná pravidla, jak má panel vypadat. Základní myšlenka, tedy pokud selže jakýkoliv z modulů celkového systému, že nesmí být zpřístupněn chráněný prostor, však musí být splněna vždy. Z toho vyplývá, že uchycení a kabeláž jednotek musí být velmi pečlivě promyšlena a zhotovena.

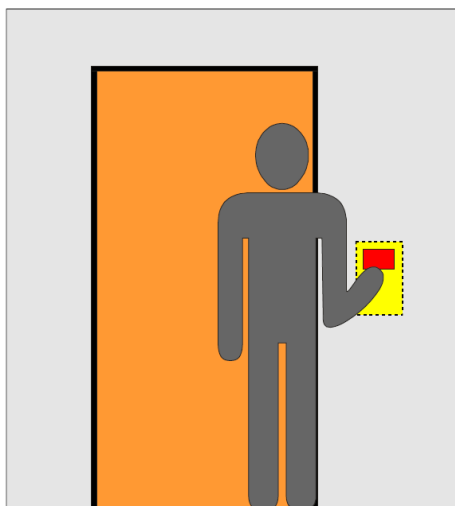
V ideálním případě umístění panelu zobrazuje Obrázek 2.3, kde zobrazení a) znázorňuje řez zdí v místě umístěného panelu a zobrazení b) pohled na zeď při vstupu do objektu. Panel je vestavěn do zdi budovy a kompletně oddělen od uživatele. V místě snímače je pouze značka pro přiložení identifikační karty, čímž se zamezí možnosti znehodnocení vstupního terminálu.



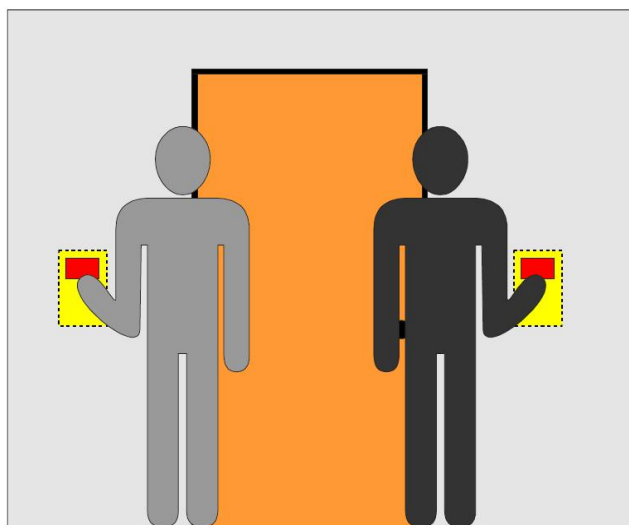
Obrázek 2.3: Ideální umístění přístupového panelu

U mnoha navržených přístupových systémů postačuje jeden vstupní terminál, jak zobrazuje Obrázek 2.4, kdy uživatel může mít nastaveno právo vstoupit.

Existují ale situace a prostory, např. laboratoř, šachty, rozvodny elektrického napětí, kam uživatel z důvodu svého bezpečí a zdraví dle bezpečnostních předpisů nesmí vstoupit sám. Pro tyto případy se využívá buď postupná autorizace dvou oprávněných osob na jednom terminálu Obrázek 2.4 nebo dva vstupní terminály vzdáleny od sebe tak, aby jeden uživatel nemohl nastavit podmínku k otevření dveří, Obrázek 2.5. Doporučená vzdálenost mezi terminály je $2,5 \div 3$ m, kde hlavní přístupový panel je instalován hned vedle dveří.



Obrázek 2.4: Varianta přístupu jedné osoby do objektu



Obrázek 2.5: Varianta přístupu dvou osob do objektu

3. PŘÍSTUPOVÝ TERMINÁL NA AKADEMICKÉ PŮDĚ

V kapitole 2.2.1 jsme popsali základní způsoby identifikace uživatelů do chráněného prostoru u terminálu. Přístupový systém je navrhován pro použití na akademické půdě, proto bude dále, z důvodu nižších pořizovacích nákladů, využívána varianta pouze s jedním terminálem.

Systém bude rozlišovat tři základní skupiny uživatelů:

- **Administrátoři** – oprávněné osoby, které mohou konfigurovat systém přímo u terminálu, kde jejich ID číslo je nahráno přímo do paměti každé čtečky a přístupový terminál jej akceptuje i když není momentálně dostupné spojení se serverem.
- **Standardní uživatelé** – do této kategorie patří zaměstnanci dané budovy nebo určitého úseku. Jejich ID číslo může být také nahráno do paměti terminálu, bude-li vybaven dostatečně velkou pamětí. V případě výpadku komunikace se serverem jsou rovněž tito uživatelé vpuštěni.
- **Návštěvníci** (studenti) – tato skupina osob bude největší, proto nebude uložena v žádné paměti terminálu a jejich ID číslo bude vždy ověřováno serverem.

3.1 ZÁKLADNÍ FUNKCE TERMINÁL

3.1.1 Historie přístupu

Terminál do své nonvolatilní paměti musí zaznamenat ID číslo posledních 10 osob, které vstoupily do střeženého prostoru, včetně času a datumu (čas a datum je synchronizován se serverem).

Další informaci, kterou bude zaznamenávat do paměti je, ID posledních tří přístupů administrátora (včetně času a datumu) a základní informace o provedených změnách v nastavení čtečky. Uloženy musí být tři poslední úpravy systému i v případě, že je prováděl jeden administrátor.

3.1.2 Výjimečný stav budovy

Pokud nastane výjimečný stav budovy např. z důvodu požáru, musí terminál uposlechnout řídící server a umožnit např. otevření dveří.

Terminál musí v případě výjimečného stavu otevřít dveře i na jakoukoli ID kartu. Průchod bude samozřejmě zaznamenán a poslán serveru.

3.1.3 Typy přístupu

Na akademické půdě je více typů přístupů, jak už klasický vstup jednotlivce tak i vstup definovaných dvojic. Přístup kdy do nebezpečných prostor smí minimálně dva (student současně s doprovodem zaměstnance nebo student (diplomant) současně s druhým studentem (diplomantem)). Vstup dvojice je realizován tak, že nejprve přiloží kartu ke čtečce první osoba s nižším stupněm oprávnění (návštěvník) a do určitého časového intervalu přiloží kartu druhá osoba s vyšším nebo stejným stupněm oprávněním.

3.1.4 Hlášení žádosti autorizace osob serveru

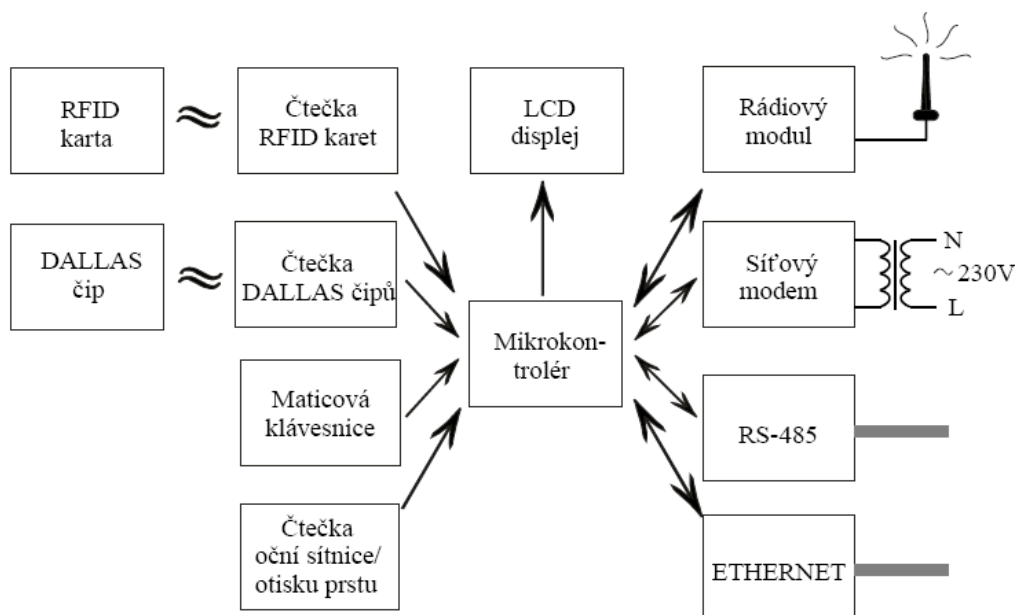
Terminál bude hlásit serveru nejen žádosti o autorizaci osob, které nemá v interní paměti, ale každou žádost o autorizaci přístupu. Systém tak umožňuje sledování a archivaci pohybu jednotlivých osob po objektu.

3.1.5 Požadavek na zastřežení místnosti

Na terminálu musí být možné zapnout funkci „Neautorizované otevření dveří“. Funkce bude blokovat neautorizované otevření dveří do místnosti, pokud je uživatel přihlášen v jiné místnosti. Systém tak bude fungovat pro budovy, kde je nutné provádět odhlášení z místnosti. Povinnost provést odhlášení při odchodu umožní u prázdné místnosti automaticky vygenerovat požadavek na zastřežení dané místnosti. Systém může být tak doplněn o zabezpečovací detektory.

4. VSTUPNÍ PŘÍSTUPOVÝ TERMINÁL

Pro vstupní terminál byla navržena koncepce, kterou zobrazuje následující obrázek. Jsou zde znázorněny všechny prvky, které je možné připojit a využít pro vstupní terminál.



Obrázek 4.1: Blokové schéma vstupního terminálu

Návrh lze rozdělit na část identifikační (čtečka RFID, čtečka DALLAS, klávesnice a snímání oční sítnice a otisků prstů), řídicí (mikrokontrolér), zobrazovací (LCD displej) a komunikační (přenos rádiový, síťový, RS485 a ETHERNET).

4.1 IDENTIFIKAČNÍ ČÁST TERMINÁLU

Pro přístup do střeženého objektu je možné volit různé způsoby identifikace. V našem případě, jak zobrazuje Obrázek 4.1, byla vybrána čtečka RFID, čtečka čipů DALLAS, klávesnice a snímání oční sítnice a otisků prstů.

Protože systém má být co nejméně finančně náročný, využití čtečky oční sítnice a otisků prstů nebude v projektu dále uvažováno.

4.1.1 RFID přístupové karty

4.1.1.1 Základní informace o RFID [1]

RFID karta byla vyvinuta firmou WalMart a je určena pro identifikaci. Nese v sobě čip, který je v provedení pro čtení nebo pro čtení i zápis. Karty využívají nosnou frekvenci 125 kHz, 134 kHz a 13,56 MHz. V Evropě je možné používat také nosnou frekvenci 868 MHz.

Karty se dále dělí na pasivní a aktivní. Pasivní karta využívá pro svou činnost periodicky vysílaných pulsů z čtečky do okolí. Pokud se v blízkosti objeví pasivní RFID čip, využije tohoto signálu k nabití svého napájecího kondenzátoru a čip odešle identifikační kód. Aktivní karty obsahují svůj zdroj energie a jsou schopny samy vysílat identifikační kód. Aktivní karty se používají méně často než pasivní (výdrž baterie do 5let, finančně nákladné, náchylné na teplotu).

Pro identifikaci využívají RFID čipy 96bitové unikátní číslo. To se přiděluje centrálně výrobcům v jednotlivých řadách. Číslo o délce 96 bitů má nabídnout dostatečný číselný prostor 268 milionům výrobců produkujících každý 16 milionů druhů výrobků (tříd) a v každé třídě je prostor pro 68 miliard sériových čísel. Protože zatím není ani teoretický výhled na upotřebení takového množství čísel, mohou čipy používat číslo o délce 64 bitů, což snižuje jejich cenu.

K samostatnému jedinečnému číslu, pokud to čip podporuje, je možné přihrát další informace ve formátu XML, resp. jeho speciálním derivátu PML. V tomto formátu se mohou uchovávat všechna potřebná data, např. jméno a příjmení vlastníka karty, popřípadě jeho nastavená přístupová práva v zabezpečovacím systému apod.

4.1.1.2 RFID karta Mifare Standard 4k [1]

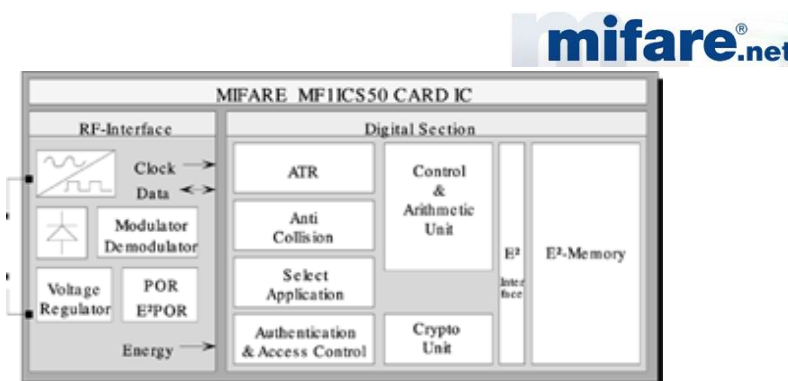
V tomto projektu bude využíváno identifikačních karet od firmy Smart Card World se 4KB pamětí, která je normalizována dle standardu ISO 14443. Karty jsou ve velikosti kreditní karty 85x55x1mm a pomocí vhodné čtečky do ní lze zapisovat a číst data.

Technické parametry karty jsou uvedeny níže a blokové schéma zobrazuje Obrázek 4.2.

Základní technické specifikace RFID karty [1] :

- RF komunikační kanál pro spojení se čtečkou
- přenosový kmitočet 13,56 MHz
- vzdálenost karta – čtečka 0÷10 cm
- přenosová rychlost dat oběma směry: 106 kbit/s ÷ 424 kbit/s
- paměť 4096 Byte EPROM
- počet zápisů do paměti 100 000
- 56 Bit jedinečné číslo karty (8 Byte CRC)
- životnost po dobu více než 5 let
- podpora antikolizního systému
- splňuje normu ISO 14443 Part 1 až 4
- komunikace probíhá dle protokolu T=CL

Další technické údaje o kartě Mifare Standard 4k lze najít na internetových stránkách výrobce.



Obrázek 4.2: Blokové schéma karty MIFARE [1]

4.1.1.3 Čtečka RFID karet Mifare [12]

Pro správné přečtení a nakonfigurování identifikačních karet Mifare byla vybrána čtečka AXA020MF od firmy Elatec s.r.o., která se vyznačuje svou malou velikostí 38 x 40 mm, interní anténou a provedením vhodným pro montáž do DPS.

Technické parametry čtečky jsou uvedeny níže a technické provedení zobrazuje Obrázek 4.3.

Základní technické specifikace čtečky RFID karet [12] :

- RF komunikační kanál pro spojení se čtečkou
- přenosový kmitočet 13,56 MHz
- splňuje normu ISO 14443 typ A
- vzdálenost karta – čtečka interní anténa max. 30 mm
- vzdálenost karta – čtečka externí anténa max. 80 mm
- komunikační port RS232 na TTL logice
- napájecí napětí 5V
- maximální proud 60 mA
- velikost čtečky 38 x 40 mm

Další technické údaje o čtečce RFID kartě lze najít na internetových stránkách výrobce.



Obrázek 4.3: Čtečka RFID karet od firmy Elatec [12]

4.1.2 Přístupové čipy DALLAS [2]

Jako další možnost pro jedinečnou identifikaci v rámci přístupového systému se nabízí kontaktní ID-Only čip typu DS1990A od firmy Dallas Semiconductor.

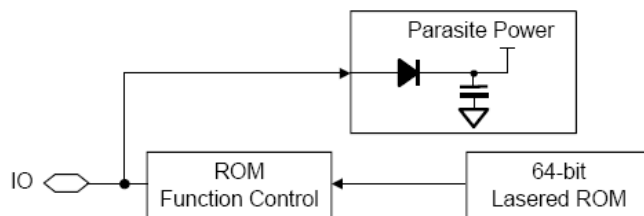
Čip využívá jednodrátovou sériovou komunikační sběrnici typu 1-Wire[®] a stejně jako bezkontaktní karta RFID standardu Mifare využívá ID-Only čip 64bitové jedinečné identifikační číslo vypálené laserem přímo při výrobě.

Technické parametry čipu jsou uvedeny níže a blokové schéma čipu zobrazuje Obrázek 4.24.

Základní technické specifikace ID-Only čipu DS1990A [2]:

- napájení $2,8 \div 6,0V$
- pracovní teplota $-40 \div +85^{\circ}C$
- 56 Bit jedinečné číslo karty (8 Byte CRC)
- implementován Multidrop Controller pro jednodrátovou sběrnici
- přenosová rychlost dat 16.3 kbps
- knoflíkové provedení krycího pouzdra
- vysoká odolnost pouzdra proti klimatickým podmínkám
- dlouhodobá životnost čipu
- váha 2.5g

Další technické údaje o DS1990A jsou v katalogových listech u výrobce.



Obrázek 4.4: Blokové schéma čipu DALLAS [2]

Ukázka typického knoflíkového tvaru pouzdra zobrazuje Obrázek 4.5. Jedinečný tvar tak zaručuje dobrý kontakt v profilu pro čip.

Pouzdro čipu je z nerezavějící oceli, a tak dodává celé konstrukci výborné mechanické vlastnosti. Odolává tak vysoce agresivnímu, špinavému, vlhkému a mastnému prostředí.



Obrázek 4.5: Přístupový čip DALLAS v ochranném pouzdře [2]

4.1.3 Klávesnicová identifikace

Poslední varianta identifikace je pomocí klávesnice, kdy uživatel musí bezpečností kód zadat ručně.

Tato varianta je ovšem hodně náchylná na chybu, protože kód může být špatně zadán nebo selže mechanická konstrukce klávesnice. Využití má pouze tehdy, když selže jeden z identifikačních systémů a je nutné záložně objekt otevřít nebo když je zadáván číselný kód zároveň s identifikační kartou (čipem).



Obrázek 4.6: Přístupová klávesnice s 16 tlačítky [8]

4.2 ŘÍDICÍ ČÁST TERMINÁLU

Srdcem celého přístupového bloku je mikrokontrolér. Ten má za úkol řídit celý chod terminálu a poslat příkazové instrukce od uživatele k řídicí jednotce (serveru).

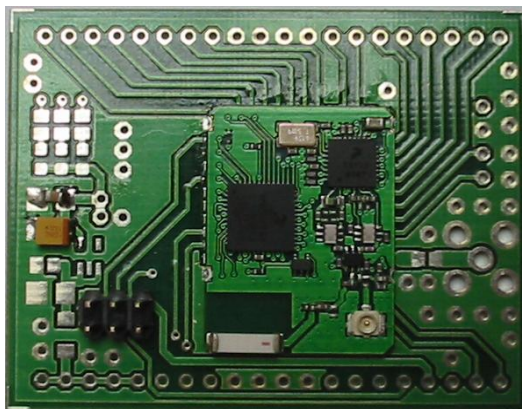
V pracovním módu „Čti karty“, zpracovává data přijatá od uživatele, šifruje data a stará se o jejich úspěšné odeslání směrem k serveru.

Pro tento projekt byl dodán základní modul PAN4451 od firmy Panasonic, který na sobě nese 8bitový mikrokontrolér HCS08 typu MC9S08GT60 od firmy Freescale Semiconductor. Procesorovou desku s napájecím modulem zobrazuje Obrázek 4.7. Schéma a DPS je v příloze PŘÍLOHA Č. 3 - Procesorová deska PAN4451.

Základní technické parametry mikrokontroléru MC9S08GT60 na modulu PAN4451 jsou [3]:

- napájecí napětí $2,1 \div 3,4V$
- pracovní teplota $-40 \div +85^{\circ}C$
- paměť Flash ROM 60kB
- paměť RAM 4kB
- 16MHz krystal z Transceiveru
- 1x 3-kanálový a 1x 2-kanálový PWM modulátor (16 bitový časovač)
- 29 digitálních vstupních/výstupních pinů
- 5 kanálový 10bitový A/D převodník
- 8x vnější přerušení
- 2x sériová komunikační linka
- BDM programovací rozhraní
- vyvedený pin RESET

Další technické údaje o MC9S08GT60 jsou v katalogových listech výrobce.



Obrázek 4.7: Procesorová deska terminálu s modulem PAN4451 [11]

4.3 ZOBRAZOVACÍ ČÁST TERMINÁLU

Pro lepší zjištění momentálního stavu přístupového systému z pohledu uživatele stojícího u terminálu, je vhodné umístit na panel displej.

Z důvodu možného bateriového provozu se kvůli nižší spotřebě doporučuje volit LCD displej,.

S těmito podmínkami se do terminálu nejlépe hodí hotový LCD displej 2x16 nebo 2x20 znaků, viz. Obrázek 4.8, který má v sobě implementován komunikační řadič HD44780 se standardní znakovou řadou.

Výhodou těchto LCD modulů je podpora režimu s nižším počtem datových vodičů. Tím lze získat další piny na procesorové desce pro jiná zařízení.



Obrázek 4.8: LCD displej 2x16 znaků [8]

4.4 BEZDRÁTOVÉ KOMUNIKAČNÍ MODULY

4.4.1 ZigBee moduly

4.4.1.1 Základní informace o ZigBee [9] [10]



ZigBee je bezdrátová komunikační technologie vyvinutá speciálně pro automatizační účely v bateriovém provozu. Technologie je založena na standardu IEEE 802.15.4, na kterém se podílí více než padesát světových firem, např. Freescale Semiconductor, Honeywell, ABB, Siemens, pod záštitou ZigBee® Alliance.

ZigBee využívá nosné frekvence 858 MHz, 902 ÷ 928 MHz a 2,4 GHz, při přenosových rychlostech 20, 40 a 250 kbit/s. Standardní dosah je 100 m ve volném prostoru.

Komunikační struktura je navržena tak, aby ZigBee platformu bylo možné využívat i u mikrokontroléru. Využívá tří základních vrstev ISO/OSI modelu: fyzickou (dle standardu IEEE 802.15.4), síťovou (realizuje připojení k sítí) a aplikační (zajišťuje různé aplikační služby).

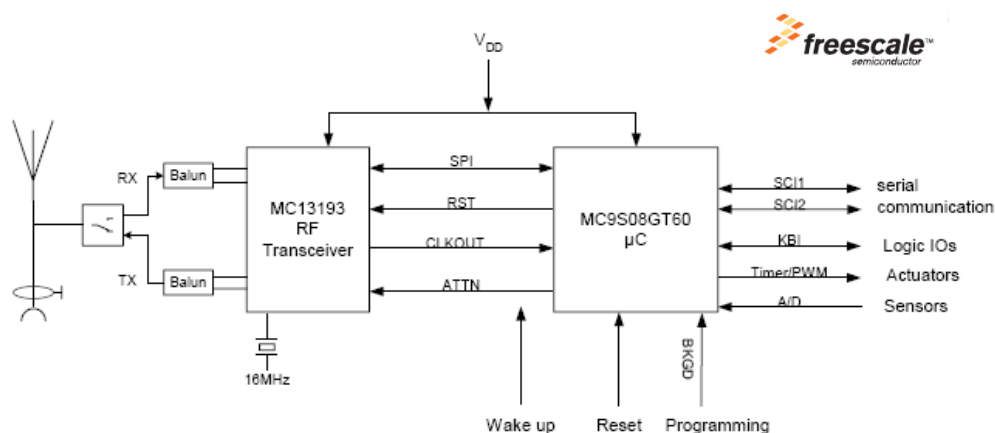
Fyzická vrstva využívá pro přenos datových signálů modulační metodu O-QPSK (BPSK), kterou přenáší prostřednictvím DSSS (Direkt Sequence Spread Spektrum). Pro samotný přístup k fyzickému médiu je pak použita metoda CSMA/CA. Linkovou vrstvu MAC, která přenáší datové rámce, lze rozdělit na čtyři typy: Data Frame (rámec přenosu užitečných dat), Acknowledgement Frame (potvrzovací rámec), Beacon Frame (uspávací rámec) a MAC Command Frame (nastavovací rámec).

Síťová vrstva je definována na tři různé topologie. Na základní hvězdicovou (jeden centrální řídicí bod), na stromovou strukturu (umožňuje zvětšit přenášenou vzdálenost) a síťovou (umožňuje vytvořit libovolnou strukturu).

Aplikační vrstva se skládá ze tří částí: Z pomocné aplikační podvrstvy (hlídá správné propojení s konkrétním přijímačem), ze ZigBee objektů (definuje, kdo bude master/slave, hledá nové zařízení a vytváří klíče) a uživatelem definovaných aplikačních objektů (přenáší uživatelská data).

4.4.1.2 ZigBee modul PAN4451 [3] [4]

V kapitole 4.2 bylo zmíněno, že k projektu byl dodán modul PAN4451, který kromě mikrokontroléru MC9S08GT60 nese ještě celou hardwarovou architekturu rádiového modulu ZigBee, tvořenou obvodem MC13193 včetně interní antény. Celé blokové schéma modulu zobrazuje Obrázek 4.9. Hotový fyzický modul pak ukazuje Obrázek 4.10.



Obrázek 4.9: Blokové schéma ZigBee rádiového modulu [3] [4] [11]



Obrázek 4.10: ZigBee rádiový modul [4]

Základní technické parametry ZigBee modulu PAN4451 jsou [4]:

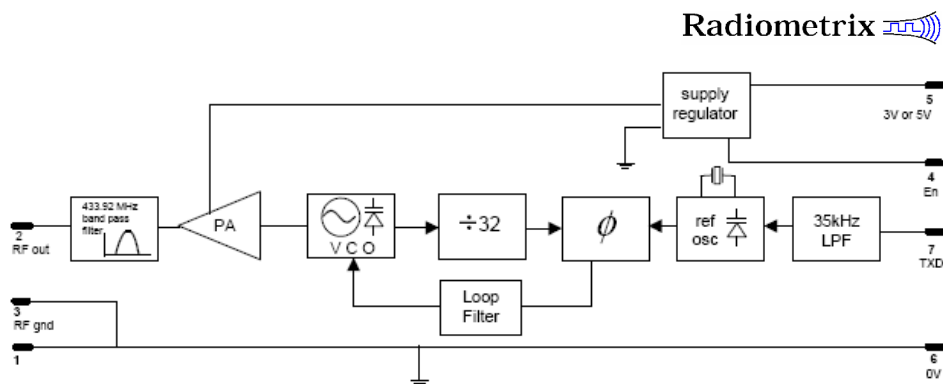
- napájecí napětí $2,1 \div 3,4$ V
- odběr TX 37 mA, RX 44 mA
- klidový proud v režimu Sleep 2 uA
- rychlost přenosu ve volném prostoru 250 kbps
- pracovní teplota $-40 \div +85$ °C
- RX citlivost -98 dBm s 1% paketovou chybou
- TX vysílaný signál s 20 dB výkonem
- RF vstupní frekvence $2405 \div 2480$ MHz
- hardwarová konstrukce splňuje normu IEEE 802.15.4

Další technické údaje o MC13193 jsou v katalogových listech výrobce.

4.4.2 Radiometrix modul [7]

Další možnost, jak přenést data z terminálu do řídicího modulu, se naskytá u firmy Radiometrix Ltd. Ta vyrábí rádiové moduly s amplitudovou a frekvenční modulací na kmitočtech 169 MHz, 433 MHz, 869 MHz a 914 MHz.

Pro tento projekt, kdy je použito 3V napájení základní desky a je třeba s terminálem rychle komunikovat, je vybrán modul 433 MHz High Power Transmitter s označením TX2EH-433-64-3V. Blokové schéma modulu zobrazuje Obrázek 4.11., hardwarová konstrukce pak zobrazuje Obrázek 4.12.



Obrázek 4.11: Blokové schéma modulu TX2EH-433-64-3V [7]



Obrázek 4.12: Radiometrix radiový modul TX2EH-433-64-3V [7]

Základní technické parametry radiového modulu TX2EH-433-64-3V jsou:

- napájecí napětí $2,5 \div 3,5$ V
- spotřeba 32 mA
- klidový proud v režimu Sleep 2 uA
- rychlost přenosu ve volném prostoru 64 kbps
- TX vysílaný signál s 14 dB (25 mW) výkonem
- vzdálenost ve volném prostoru 500 m
- nosná frekvence 433,92 MHz
- pracovní teplota $-40 \div +85$ °C

Další technické údaje o modulu TX2EH-433-64-3V jsou v katalogových listech výrobce.

4.5 KOMUNIKAČNÍ MODULY

4.5.1 Ethernetový modul RabbitCore RCM3200 [13]

Ke komunikaci mezi přístupovým terminálem a serverem je také možné využít spojení pomocí Ethernetového rozhraní. K tomu účelu se hodí modul RCM3200 od firmy Rabbit Semiconductor. Modul je osazen mikroprocesorem Rabbit 3000, který lze pomocí programovacího jazyka C naprogramovat na konkrétní úkol.

Základní technické parametry modulu RCM3200 jsou [13]:

- mikroprocesorem Rabbit 3000 na 44.2 MHz
- ethernetové rozhraní 10/100Base-T, RJ-45
- napájení $3,15 \div 3,45$ V DC; 255 mA při 3,3 V
- pracovní teplota $-40 \div +70^{\circ}\text{C}$
- paměť Flash 512 kB
- paměť SRAM 512 kB program + 256 kB data
- 52 digitálních vstupních/výstupních pinů
- 3x sériová komunikační linka, 1x IrDA
- vyvedený pin RESET a STATUS
- velikost 69 x 47 x 22 mm

Další technické údaje o modulu RCM3200 jsou v katalogových listech výrobce.

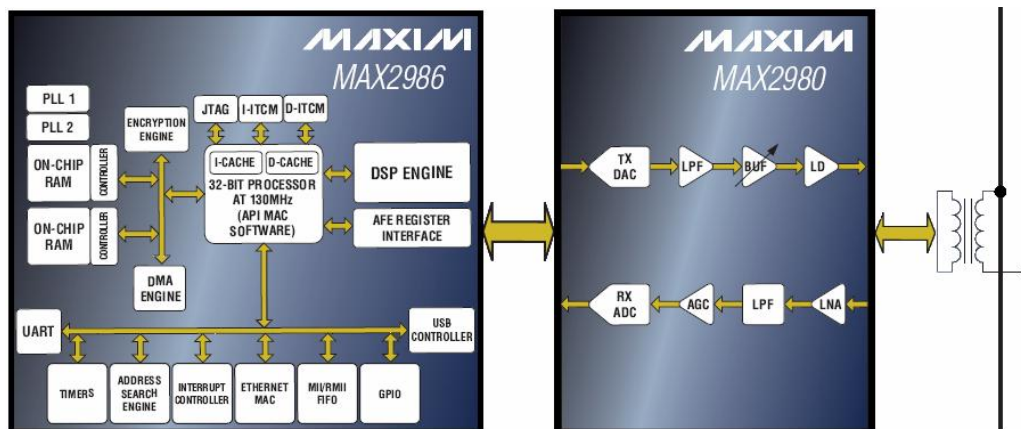


Obrázek 4.13: Modul RabbitCore RCM3200 [13]

4.5.2 Síťový modem 230V [5] [6]

Celý terminál bude neustále v pohotovostním režimu z důvodu čekání na pokyny od uživatele. Proto je vhodné terminál napájet přímo z rozvodné sítě 230V. Tím se nabízí varianta využít tyto přívodní kabely k přenosu dat mezi terminálem a řídicím modulem. Pro tuto funkci jsou vhodné integrované obvody MAX2986 a MAX2980 od firmy MAXIM. Jejich vnitřní blokové schéma zobrazuje Obrázek 4.14. Spojením těchto obvodů lze dosáhnout přenosu dat o rychlosti až 14Mbps.

Nevýhodou tohoto způsobu přenášení dat je nízká komunikační vzdálenost a též nutnost zapojit terminál a řídicí modul na společnou fázi nebo zajistit komunikační propojení všech fází.



Obrázek 4.14: Vnitřní blokové schéma obvodu MAX2986 a MAX2980 [5] [6]

Základní technické parametry modemu jsou [5] [6]:

MAX2986

- dvě napájecí napětí $3,0 \div 3,6$ V a $1,6 \div 2,0$ V
- spotřeba čipu 41 mA na 3,3 V a 430 mA na 1,8 V
- rychlost přenosu 14 Mbps
- kmitočtové pásmo $4,49 \div 20,7$ MHz
- rozhraní na 10/100 Ethernet
- rozhraní na USB 1.1
- rozhraní na MII/rMII/FIFO

- pracovní teplota $0 \div +70\text{ }^{\circ}\text{C}$
- pouzdro 144-Pinový CSBGA

MAX2980

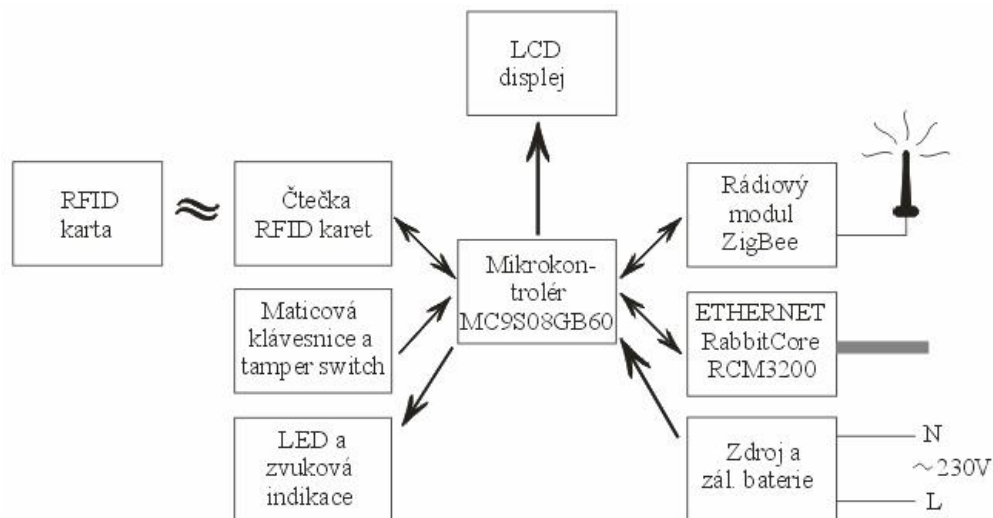
- napájecí napětí $3,0 \div 3,6\text{ V}$
- spotřeba čipu RX 250mA, TX 160mA při 3,3 V
- 10 bitový A/D a D/A převodník se vzorkováním 50 MHz
- 54 dB regulace vstupního analogového signálu
- funkčnost vysílače pod impedanci linky $10\text{ }\Omega$
- pouzdro 64-Pinový TQFP

Další technické údaje o MAX2986 a MAX2980 jsou v katalogových listech výrobce.

5. KONSTRUKCE VSTUPNÍHO PŘÍSTUPOVÉHO TERMINÁLU

5.1 MECHANICKÁ KONSTRUKCE PŘÍSTUPOVÉHO TERMINÁLU

Z koncepce navržené v kapitole 2, byly vybrány prvky vhodné pro velké akademické budovy. Blokové schéma vstupního terminálu sestaveného z vybraných prvků je na následujícím obrázku.



Obrázek 5.1: Blokové schéma vstupního terminálu

Z obrázku je patrné, že pro identifikaci uživatelů byly vybrány karty RFID, jako komunikační modul byl zvolen RabbitCore, který komunikuje po dostupné sběrnici Ethernet. Pro možnost bezdrátové komunikace byl zvolen rádiový modul ZigBee. Zdroj a případná záložní baterie slouží pro snížení a stabilizaci přivedeného napájecího napětí. Celý systém napájení je popsán v kapitole 5.2.2. Zbývající moduly (LED a zvuková signalizace, maticová klávesnice a LCD displej) jsou určeny pro komunikaci s uživatelem a umožňují ovládání přístupového terminálu.

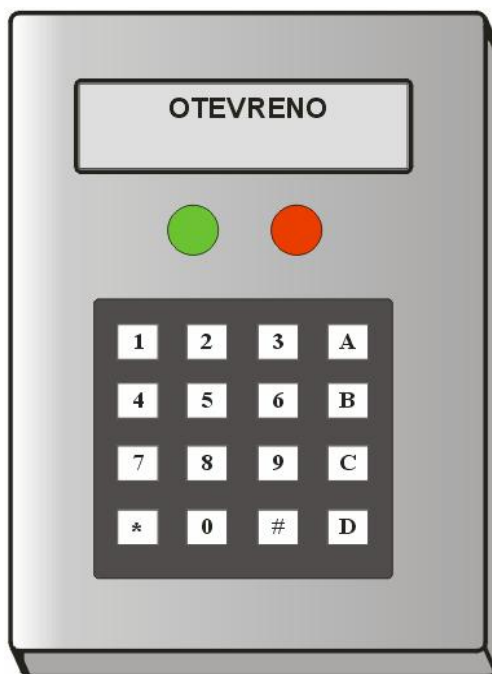
Navržené blokové schéma je použito také při návrhu celého HW přístupového terminálu, kde jednotlivé bloky (s výjimkou zdroje a LED a zvukové indikace) mohou, ale nemusí být osazeny. Připravit výrobní podklady pro takovouto

modulární koncepci je sice časově náročnější, ale ve výsledku postačí pouze jeden návrh pro všechny možné varianty přístupových terminálů.

Návrh celého terminálu byl zvolen tak, aby jej bylo možno implementovat do běžně dostupné přístrojové krabice. Jako nejvhodnější byla zvolena přístrojová krabice U-KP17 ze sortimentu GM Electronic, s.r.o., kterou zobrazuje PŘÍLOHA Č. 6 - PLASTOVÁ KRABICE PRO TERMINÁL [8]. Tato krabice je vhodná svou velikostí, dostupností a také proto, že je snadno rozebratelná. Její rozměry umožňují implementaci i té nejsložitější verze přístupového terminálu, což opět usnadňuje konstrukci (v celém systému bude použita jedna přístrojová krabice) a zajišťuje jednotnost celého systému. (Všechny terminály budou vypadat stejně.)

V úplné verzi bude terminál osazen jak LCD displejem určeným především pro zobrazování informací o stavu systému, času a typu příchodu či odchodu, tak signalizačními diodami LED, které zobrazí stav elektronického zámku (Zamčeno/Odemčeno), a maticovou klávesnicí vhodnou pro ovládání systému a zadávání uživatelského kódu PIN. Vzhled úplné verze zobrazuje Obrázek 5.2.

Neúplná verze pak nemusí být osazena klávesnicí, LCD displejem a ani komunikačním modulem Rabbit RCM3200.



Obrázek 5.2: Vnější vzhled přístupového terminálu

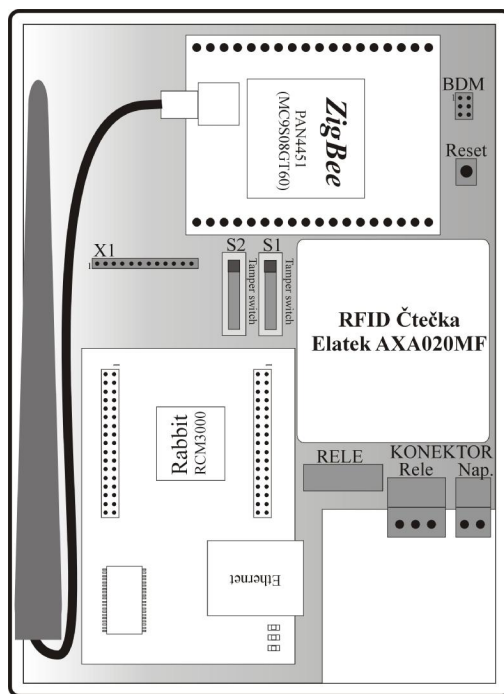
Vnitřní konstrukci zobrazuje Obrázek 5.3, kde je dobře patrná modulární koncepce celého terminálu. Stěžejní část tvoří procesorový modul ZigBee PAN4551s bezdrátovým rozhraním (uvnitř přístrojové krabice je umístěna také externí anténa bezdrátového rozhraní) nebo modul Rabbit s rozhraním Ethernet nebo jejich kombinace v případě, že je terminál zároveň převodníkem mezi Ethernetovým a bezdrátovým rozhraním. Nedílnou součástí hlavní základní desky plošných spojů je také čtečka RFID karet AXA020MF.

Dále je základní deska, z důvodu zajištění bezpečnosti celého systému, osazena dvěma bezpečnostními spínači S2 a S3 (TAMPER switch), k jejichž rozepnutí dojde v případě odtržení krabičky ze zdi a v případě odklopení předního krytu. SW tak zajistí informování databázového systému o narušení systému a zablokuje dveře.

Celou konstrukci základní desky je zapotřebí navrhnout tak, aby základní a rozšiřující komponenty byly možno ovládat a řídit z libovolného mikroprocesoru, tak aby tato deska byla dostatečně univerzální. Volba řídicího procesoru se provede až při kompletaci celého terminálu, např. zapájením konkrétních propojek.

Rozšiřující moduly jsou displejové rozhraní a klávesnice, které je možné nainstalovat na rozšiřující desku umístěnou v horní části přístrojové krabice, Obrázek 5.4. Rozšiřující deska se se základní deskou propojuje pomocí konektoru X1. Na rozšiřující desce je umístěn akustický piezo měnič a signalizační LED diody.

Všechny komponenty na hlavní a rozšiřující desce musí být připojeny přes konektory a případně zajištěny šroubem.



Obrázek 5.3: Vnitřní rozmístění modulů na základní desce v příst. terminálu



Obrázek 5.4: Vnitřní rozmístění modulů na zobrazovací desce v příst. terminálu

5.2 ELEKTRICKÉ SCHÉMA PŘÍSTUPOVÉHO TERMINÁLU

5.2.1 Základní deska

Navržené schéma základní desky je zobrazeno v příloze PŘÍLOHA Č. 4 - Základní deska. Na schématu jsou jasně patrné jednotlivé části systému popsané v kapitole 5.1. Terminál disponuje dvěma řídicími moduly ZigBee PAN4451 a Rabbit RCM3200, čtečkou RFID AXA020MF, hodinami reálného času PCF8563T, externí pamětí EEPROM 24LC512, reléovým výstupem pro připojení elektromechanického zámku, TAMPER SWITCH a zdrojem +3,3V a +5V.

5.2.1.1 Výběr řídicího modulu

Obsluhování celé základní desky, je vždy určeno jen pro jeden řídicí modul. Varianta se vybírá už při osazování samotné desky, pomocí pájitelných propojek SJ1÷SJ11.

Pokud se zvolí varianta se dvěma řídicími moduly, má přednost v řízení celé desky vždy modul Rabbit RCM3200. ZigBee modul je zde jen jako radiový převaděč a neobsluhuje žádné periferie. Moduly ZigBee a Rabbit komunikují mezi sebou po TTL sériové lince rychlostí 115200 Baudu s nulovou paritou a délkou slov 8 bitů.

Modul ZigBee pro komunikaci s Rabbitem vy užívá linku *SCII* a modul Rabbit pro komunikaci se ZigBee modulem využívá port C.

5.2.1.2 Řídicí modul ZigBee PAN4451

Řídicí modul ZigBee, jak už bylo zmíněno v kapitole 4.4.1.2, je osazen modulem PAN4451 od firmy Panasonic. Popis tohoto modulu je v přílohách č. 2 a č. 3. Ze schématu viz. Obrázek 13.3 je patrné, že modul je osazen stabilizátorem +3,3V, signalizačními LED diodami a BKGD programovacím rozhraním. V návrhu proto řídicí modul napájíme +5V, ke kterému jsou přidány filtrační kondenzátory.

Zároveň kvůli stísněnému prostoru v přístrojové krabici, programovací rozhraní umístíme na základní desku, spolu s tlačítkem pro reset programu.

5.2.1.3 Řídicí modul Rabbit RCM3200

Modul Rabbit je specifický tím, že na svém modulu si nese veškeré HW prvky jak pro svou činnost, tak i pro komunikaci v Ethernetu. Součástí mikrokontroléru jsou také hodiny reálného času. A kromě napájení pro hodiny, paměť RAM a samotné desky další prvky nepotřebuje, což z modulu dělá univerzální prvek.

Řídicí modul Rabbit oproti ZigBee nemá žádný interní stabilizátor, proto se musí napájet přímo +3,3V. Tím se zvyšuje nárok jak na filtraci, tak na samotné vlastnosti zdroje pro větev +3,3V. Proto v samotném návrhu desky je zdroj, co nejbližší modulu Rabbit.

5.2.1.4 Čtečka RFID

Pro identifikaci uživatele byla zvolena čtečka AXA020MF od firmy Elatec s.r.o. podporující standard Mifare s TTL sériovým přenosem. Aby se čtečka přepnula do režimu ASCII, je zapotřebí uzemnit pin 7 – „FORMAT SELECTOR“.

Jelikož čtečka požaduje napájení +5V je zapotřebí výstupní napětí upravit na hodnotu maximálně +3,3V, aby nebyly zničeny vstupy na mikrokontrolérech. Pro tuto funkci je zde zařazen odporový dělič. Velikost napětí vstupního signálu do čtečky nemusíme upravovat, jelikož čtečka podporuje vstupní napěťové úrovně TTL a maximální hodnota výstupního napětí z mikrokontroléru je +3,3V.

Ve variantě samotného ZigBee je čtečka přivedena na sériový port *SCI2* a ve variantě Rabbit je přivedena na sériový port *D*.

5.2.1.5 Hodiny reálného času

Při návrhu přístupového terminálu byl požadavek na interní hodiny reálného času. Z důvodu toho, že v terminálu bude víc periférií, je kladen další požadavek aby periférie komunikovaly na sběrnici I2C. Tyto podmínky splňuje obvod PCF8563T od firmy Philips[18].

Obvod pro svou činnost požaduje jenom externí krystal 32,768KHz, minimální hodnotu napájení 1,8V a nastavení adresy pro komunikaci, což velmi usnadňuje jeho implementaci do různých zařízení. V našem případě je obvod nastaven na výchozí adresu. (Pro zápis *0xA2* a čtení *0xA3*.)

Jelikož má obvod při napájení 3.3V a hodinovém kmitočtu 300KHz, maximální proudovou spotřebu 450uA, je napájen přes Schottkyho diodu s elektrolytickým kondenzátorem proti zemi z důvodu odfiltrování krátkých výpadků napájení.

5.2.1.6 Externí paměť EEPROM

Dalším požadavkem při návrhu terminálu byla nutnost ukládání dat do externí paměti EEPROM z důvodu uchování informací v případě výpadku napájení. Protože ani jeden z řídicích modulů nemá paměť EEPROM, byl zvolen obvod 24LC512 s 512Kb pamětí, komunikující po I2C, s napájecím napětím 2,5÷5,5V a s maximálním hodinovým kmitočtem 400KHz.

Paměť má nastavenou adresu pro zápis *0xA0* a čtení *0xA1*.

5.2.1.7 Reléový výstup

Výstupem z terminálu, kromě různých indikačních prvků (LCD, piezo), musí být spínací/rozpínací prvek, který uvede elektromechanický zámek do polohy pro otevření dveří. Zde bylo v návrhu použito přepínací jazýčkové relé typu DIL s typickým spínacím proudem na jazýček 0,5A a trvalým 1A, maximálním spínacím napětím 200VDC.

Relé je spínáno přes tranzistor NPN a na cívce relé je ochranná dioda proti nežádoucím napěťovým špičkám při rozpínání relé.

Reléový výstup byl vybrán z důvodu galvanického oddělení a z možností přímého spínání/rozpínání elektromechanického zámku.

5.2.1.8 TAMPER SWITCH

V kapitole 5.1 bylo zmíněna funkce TAMPER SWITCH. Jedná se o dvojici mikrospínačů typu P-DM03S1C zapojených do série. Kdy v klidové poloze (spínače sepnuty a zařízení je v pořádku) je na vstupu mikrokontroléru logická 0.

Mikrospínače jsou konstrukčně vyřešeny na základní desce tak, že jeden je ze strany součástek a kontroluje zašroubovaný kryt krabičky a druhý je ze strany plošných spojů a kontroluje zda je terminál připevněn na stěně.

5.2.2 Rozšiřující deska

Schéma rozšiřující desky zobrazuje Obrázek 13.5 v příloze 5. Schéma se dělí na část akustické signalizace, signalizace LED o stavu otevření, LCD displej a maticová klávesnice 4x4. LCD displej a klávesnice 4x4 je možné usadit dodatečně, dle dané situace instalace terminálu k přístupu do hlídaného objektu. Celá rozšiřující deska je připojena k základní desce přes jednořadý 10 kolíkový konektor typu S1G10S.

5.2.2.1 Akustická signalizace

Pro lepší signalizaci uživateli, zda terminál vykonal jeho požadovaný příkaz, je vhodné terminál doplnit o zvukovou signalizaci. K tomuto účelu byla vybrána

samovybuzovací piezoelektrická siréna typu KPE242. Zároveň zvuková signalizace slouží i jako požadavek signalizovat aktivitu terminálu pro nevidomé osoby.

Piezoelektrický prvek je napájen +5V a spínán tranzistorem typu NPN proti zemi. Tím je docíleno, že piezo bude aktivní v logické 1.

5.2.2.2 LED signalizace

Pokud máme základní variantu terminálu to znamená bez LCD displeje, je zapotřebí signalizovat otevření/zavření dveří jiným způsobem. K tomu nám slouží trvale naimplementované LED diody v terminálu. Zároveň slouží i jako požadavek signalizace pro sluchově handicapované osoby a také k zjištění stavu terminálu z větší vzdálenosti.

K anodě LED diod je trvale přivedeno +5V, katoda je přes omezovací odpor přivedena přímo na výstup mikrokontroléru. Tím je docíleno, že LED diody jsou aktivní v logické 0.

5.2.2.3 LCD displej

V rozšířené variantě terminálu je možné přidat LCD displej. To umožňuje uživatele informovat o dalších zprávách, např. datum, čas, stavu terminálu, zda hoří, zda je terminál aktivní nebo zablokovaný anebo zobrazovat na LCD displeji zprávy přijaté ze serveru.

Z důvodů velikosti použité krabičky typu U-KP17, je velikost displeje omezená na 16x2 znaky. V konečném rozhodnutí byl zvolen typ PRC1602A-SYL s řadičem HD44780 se standardní znakovou sadou, viz kapitola 4.3.

Displej používá pro svou komunikaci s mikrokontrolérem 4bitovou nebo 8bitovou komunikaci, tři ovládací piny pro komunikaci a jeden pro podsvícení LCD displeje. V návrhu byla zvolena 4bitová verze (D0÷D3 na 0V), což umožňuje celé ovládání LCD připojit na jeden port.

Jelikož byl při návrhu požadavek aby periférie byly na I2C, je LCD displej připojen na tuto sběrnici přes 8bitový sériový expandér typu PCF8574 od firmy

Philips[19]. Který má nastavenou adresu pomocí pinů A0÷A2, pro zápis *0x44* a čtení *0x45*. Napájení expandéru je +5V.

Displej je napájen napětím +5V a na pin VO je přes trimr 2K2 přiváděno napětí pro nastavení jasu displeje. Katoda podsvícení displeje je přes omezovací odpor přivedena na pin P7 expandéru, anoda je trvale na +5V. Expandér v úrovni L na výstupu vydrží trvale proud 25mA.

5.2.2.4 Maticová klávesnice 4x4

Další prvek, který je možné v rozšířené variantě přidat, je maticová klávesnice 4x4 typu F-KV16KEY, viz kapitola 4.1.3. Klávesnice je ve standardním maticovém zapojení a k jejímu obslužení potřebujeme jeden celý port. Jak už bylo uvedeno v minulé kapitole 5.2.2.3, všechny periferie by měly být připojeny na sběrnici I2C, i zde použijeme 8bitový sériový expandér typu PCF8574 od firmy Philips [19]. Který má nastavenou adresu zápisu *0x4E* a čtení *0x4F*. Napájení expandéru je +5V.

Maticová klávesnice je zapojena přímo na piny P0÷P7 a po správném softwarovém nastavení pinů, se po libovolné zmáčknuté klávesnici aktivuje výstup INT\ . Proto je vhodné tento pin kontrolovat mikrokontrolérem, tím je přesně řečeno kdy byla zmáčknuta klávesa. Poté se teprve dotazuje jaká to byla klávesa.

6. NAPÁJENÍ PRO PŘÍSTUPOVÉ TERMINÁLY

Důležitou částí přístupového systému je jeho napájení, které musí být navrženo dostatečně robustně a odolně proti různým druhům rušení a výpadků tak, aby byl systém stále plně funkční a dostupný. Pro konstrukci napájecího systému je proto vhodných několik variant, které se liší především cenou, spolehlivostí a složitostí instalace.

6.1 SAMOSTATNÉ NAPÁJENÍ KAŽDÉHO MODULU

Samostatné napájení každého modulu zaručuje, že v případě výskytu poruchy ve zdroji nebo v místním napájení dojde k výpadku jen jednoho konkrétního přístupového terminálu a zbytek systému tímto nebude dotčen. Hlavní nevýhodou tohoto způsobu napájení však je značné zvyšování ceny, protože napájecích a záložních zdrojů musí být stejný počet jako přístupových terminálů.

6.2 SPOLEČNÉ NAPÁJENÍ DÍLČÍCH CELKŮ

Společné napájení dílčích celků umožňuje napájet několik přístupových terminálů z jednoho zdroje, což podstatně snižuje náklady na pořízení a samozřejmě také zvyšuje spolehlivost systému, protože díky snížené pořizovací ceně je možno zajistit záložní a/nebo redundantní napájení.

Nevýhodou společného napájení dílčích celků pak je, že při výpadku jednoho zdroje dojde k výpadku celé části přístupového systému. Systém je díky tomu také mnohem jednodušeji napadnutelný a zranitelný. (Přerušením jedné napájecí sběrnice dojde k vypnutí několika terminálů.)

U vzdálených dílčích celků přístupového systému může dojít také k problémům s potenciálem.

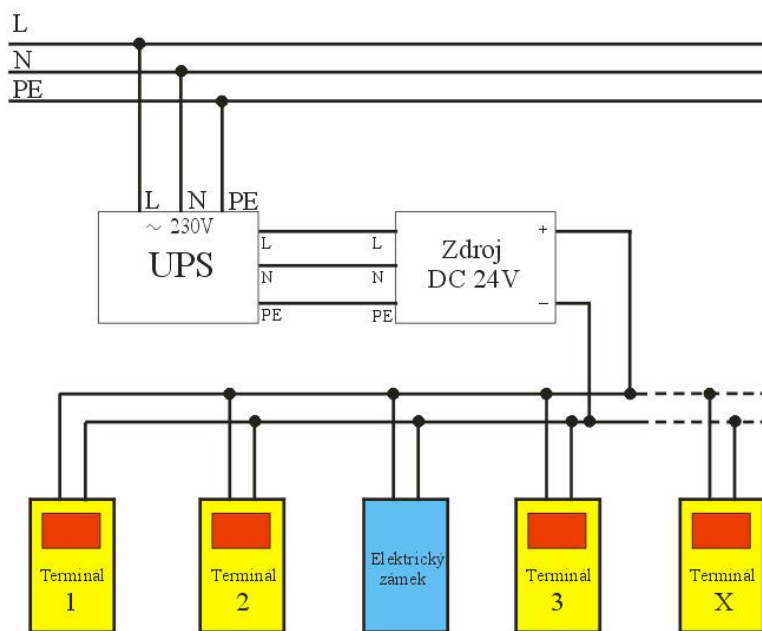
6.3 SPOLEČNÉ NAPÁJENÍ CELÉHO SYSTÉMU

Nejhorší variantou napájení je společné napájení celého přístupového systému, které sice ušetří nemalé prostředky nutné k pořízení systému, ale úspora není úměrná riziku, které vzniká ze snadné zranitelnosti jednoho místa. (Tohle riziko lze částečně eliminovat rozvedením napájení několika paralelními nebo

hvězdicovitými sběrnicemi, kdy přerušení jedné napájecí sběrnice neochromí celý systém.)

Jako nejvhodnější koncepce v rámci poměru ceny, výkonu a spolehlivosti byla vybrána varianta společného napájení dílčích celků přístupového systému, jejíž schéma zobrazuje Obrázek 6.1. Z tohoto obrázku je patrné, že celý systém je napájen z rozvodné sítě 230 V. (Nejlépe s vyhrazeným jističovým okruhem, aby nedocházelo ke zbytečnému vypínání.) Sít'ové napájení je zapotřebí jistit proti přepětí a především proti výpadkům, což jednoduše zajistí dostatečně dimenzovaný záložní zdroj (UPS). Systém je také možno připojit na centrální generátor v budově, která je jím vybavena. Záložní zdroj (UPS) s dostatečně dimenzovanou kapacitou je schopen přístupový systém napájet po dobu několika hodin až dní – podle velikosti UPS.

Napětí 230 V, které je již za záložním zdrojem se centrálně usměrní a vyfiltruje ve zdroji DC 24V. Výstupní napětí je potom již dále rozvedeno do celého patra. K napájecí sběrnici jsou paralelně připojeny jednotlivé přístupové terminály.



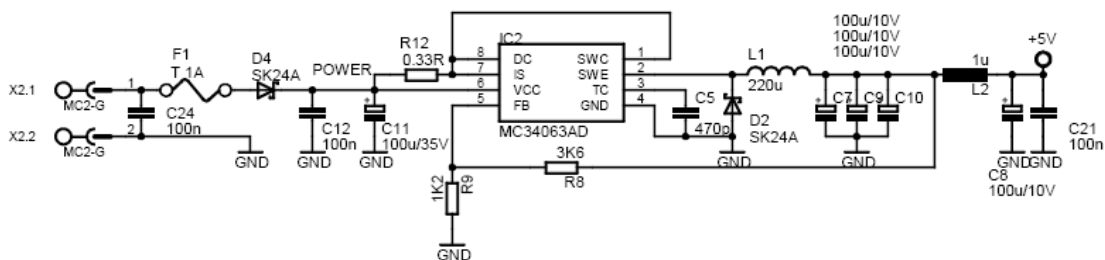
Obrázek 6.1: Celkové napájení terminálů

6.3.1 Zdroj v přístupovém terminálu

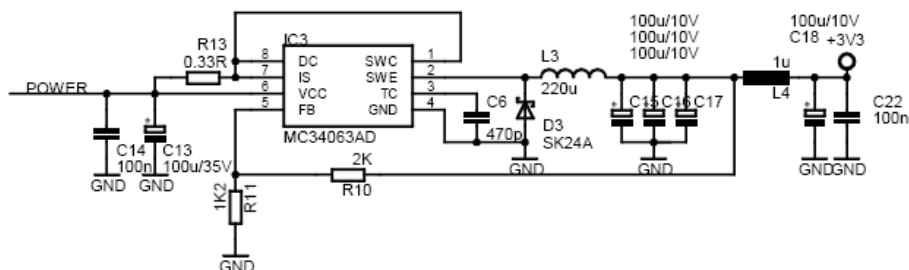
Napájecí napětí 24V bylo zvoleno zcela záměrně tak, aby z něj bylo možno napájet také jednotlivé akční členy (zámky apod.). Z centrálně rozvedeného napájecího napětí si každý modul dle své potřeby usměrní a stabilizuje své potřebné napětí.

Zdroj v jednotlivých modulech je tvořen ze dvou obvodů MC34063 od firmy Freescale Semiconductor [17]. Tyto obvody jsou nastavitelné spínané zdroje. Jeden z obvodů je určen pro stabilizaci napětí 5V potřebného k napájení modulu ZigBee, IO, LCD a relé, Obrázek 6.2. A druhý vytváří napětí 3,3V určené pro napájení integrovaných obvodů a modulu Rabbit, Obrázek 6.3. Zdroje jsou využívány jako snižující měniče a jsou zapojeny dle katalogového listu výrobce [17].

Oba měniče jsou dimenzovány na trvalý proud 500mA a krátkodobě na 1A. Pro zmenšení výstupního zvlnění je u obou měničů přidán LC filtr.



Obrázek 6.2: DC-DC měnič +5V pro přístupový terminál



Obrázek 6.3: DC-DC měnič +3V pro přístupový terminál

7. KOMUNIKAČNÍ PROTOKOL [20]

Základním požadavkem pro správnou činnost komunikace mezi serverem a terminálem je dobře navrhnout komunikační protokol. Základním kamenem je, aby z poslané zprávy bylo jasně dané pro koho je zpráva určena, kdo ji posílal, celková velikost zprávy, velikost přenášených dat a kontrolní součet CRC. Dále protokol musí zajistit správné doručení zprávy.

Současně s touto diplomovou prací vznikl projekt: „Přístupový systém s rozhraním Ethernet“, od konstruktéra Bc. Martina Knotka. Jelikož jsou tyto projekty navzájem koordinované a to hlavně HW, kvůli řídicímu modulu Rabbit RCM3200, je po domluvě s konstruktérem a vedoucím práce Ing. Petrem Fiedlerem, komunikační protokol převzat a naimplementován i do řídicího modulu ZigBee PAN4451. Tím je zároveň dokázána univerzálnost navrženého komunikačního protokolu a celkový přístupový systém se tak stává ucelený.

Komunikace ve verzi obou řídicích modulů je jednodušší a zbytečně nezatěžuje mikrokontrolér převodem z jednoho komunikačního protokolu na druhý. Ve finále to funguje tak, že zprávu, která je určena serveru, rádiový modul ZigBee pošle modulu Rabbit, ten jej přijme a přepošle ji přímo do na rozhraní Ethernet.

Navržený komunikační protokol je rozdělen do dvou vrstev, Transportní a Aplikační. Maximální velikost transportní vrstvy je 1414B a maximální velikost aplikační vrstvy je 1067B. Protokol je navržen tak, aby dokázal přenést 1024B, např. fotku uživatele na grafický displej.

7.1 TRANSPORTNÍ VRSTVA [20]

Funkcí transportní vrstvy je vytvoření základního transportního rámce, který obsahuje již zmiňované základní prvky, zajišťuje doručení zprávy, přesný řízený přenos informací, zabraňuje nechtěnému zdvojení a modifikaci. Dále transportní vrstva umožňuje základní nastavení jednotlivých řídicích modulů.

Navržený komunikační rámec je zobrazen v tabulce č.7.1.

Transportní rámec										
Celkem	Popis	ADR_R	ADR_S	V	CMD_T	NUM_R	CNT_R	C	DATA	CRC
1414	Bajtů	2	2	1	1	2	2	2	1400	2

Tabulka č. 7.1: Navržená struktura transportního rámce [20]

Dále je uveden význam jednotlivých zkratk:

ADR_R - Adresa příjemce

Adresa příjemce určuje komu je zpráva určena. Adresa je unikátní v celém systému a rozdělení adres modulům provádí server. Aby nevznikl problém z nedostatkem adres je velikost adresy nastavena na 16bitů. Adresa odesílatele je rozdělena do dvou bajtů podle významnosti.

Pokud je ve zprávě adresa příjemce *0xFFFF*, je tato zpráva určena všem jednotkám. Dále jsou vyhrazeny adresy *0x0001* jako adresa serveru a *0x0000* výchozí adresa terminálu po zapnutí napájení.

ADR_S - Adresa odesílatele

Adresa od koho byla zpráva odeslána. Komunikující modul jí automaticky dodává do protokolu aby server věděl komu má odpověď vrátit.

Adresa odesílatele je rozdělena do dvou bajtů podle významnosti.

V - Verze protokolu

Verze protokolu v základní verzi je nastavena hodnota *0x01*. Dojde-li k úpravě protokolu, server zpětně posílá formát protokolu stejně kvůli zpětné kompatibilitě.

CMD_T - Příkaz transport

Příkaz transport definuje jaká data jsou uložena v poli pro data a jakou činnost nebo odpověď požaduje odesílatel, viz. kapitola 7.1.1

NUM_R - Číslo rámce

Číslo rámce, hodnota udává kolikátá zpráva přišla. Protokol umožňuje posílání delší zprávy než 1024 bajtů v aplikační vrstvě. Standardní zprávy pro identifikaci karty jsou nefragmentované, hodnota zde bude *0x01*.

CNT_R - Počet rámců

Celkový počet rámců ve fragmentované zprávě.

C - Počet následujících bajtů

Počet následujících bajtů určuje kolik bajtů dat je uloženo v poli Data. Maximální hodnota počtu následujících dat je omezena na 1400 Bajtů.

DATA – Data

Následující pole přenášených dat. Data se dále zpracují dle typu a významu příkazu CMD_T.

CRC - Kontrolní součet

Kontrolní součet CRC je použit pro ověření příchozí zprávy, zda nebyla po cestě pozměněna. Kontrolní součet je vypočítán ze všech předchozích dat a jeho délka je 16bitů.

7.1.1 Příkazy transportní vrstvy [20]

Příkazy transportní vrstvy v komunikačním protokolu určují, buď jak se má řídicí modul nastavit pro správnou komunikaci se serverem nebo jaký mají význam data v transportním rámci.

Seznam všech příkazů pro transportní vrstvu, včetně jejich popisu jsou uvedeny v tabulce 7.2.

Příkazy Transportní vrstvy					
TYP	CMD_T	Popis	Parametr y	Popis	Poznámka
Speciální příkazy	0x01	Zpráva přijata	0x01	CRC OK	Nepotvrzuje se
			0x00	CRC not OK	
	0x02	Identifikuj se (pošli své identifikační údaje)			Tuto zprávu neodesílají terminály
	0x02	Moje identifikace	0xTT	Typ jednotky	Tuto zprávu neodesílá DB TT: 0x11 - Základní č. - Rabbit 0x12 - Základní č. - ZigBee 0x13 - Základní č. - Kombinace 0x21 - Rozšířená č. - Rabbit 0x22 - Rozšířená č. - ZigBee 0x23 - Rozšířená č. - Komb.
			0xVV	Verze protokolu	
			0xYY	Rok výroby	
			0xMM	Měsíc výroby	
			0xDD	Den výroby	
			0xS1	Denní sériové číslo	
			0xS2		
			10 bajtů	Název (10 znaků)	
			0xFF	Požární stav	0x00 – Normální, 0x01 - Otevřeno, 0x02 - Zavřeno
DATA	0xAA	Šifrovaná data	DATA	Následují šifrovaná data aplikační vrstvy	
	0x99	Nešifrovaná data	DATA	Následují data aplikační vrstvy v otevřené podobě	
Nastavovací příkazy	0xF0	Požadavek o přidělení adresy / adresa	0x00	Požadavek	Následuje 5B seriál a 1B typ a 1B verze
			0x01	Odpověď	Následují 5B serial a 2B adresy
	0xF2	Aktuální čas	0xDD	Den	Tuto zprávu neodesílají terminály
			0xMO	Měsíc	
			0xYY	Rok	
			0xHH	Hodiny	
			0xMM	Minuty	
			0xSS	Sekundy	
	0xF3	Pošli mi čas			Tuto zprávu neodesílá DB
	0xF4	Nastav si jméno	10 bajtů	Název(10 znaků)	Tuto zprávu neodesílají terminály
	0xFD	Jaká je IP adresa serveru?			Tuto zprávu neodesílá DB
	0xFE	IP adresa serveru	IP_1	Segmenty adresy DB IP	Pokud je IP 0.0.0.0, tak je odesílatelem server
			IP_2		
			IP_3		
			IP_4		

Tabulka č. 7.2: Příkazy transportní vrstvy [20]

7.2 APLIKAČNÍ VRSTVA [20]

Aplikační vrstva vložená do pole DATA v transportní vrstvě, slouží pro přenos důležitých dat a příkazů. Jelikož se jedná o citlivé informace, předpokládá se její šifrování. Navrhnutý aplikační rámec je zobrazen v tabulce č. 7.3.

Aplikační datová zpráva							
Bajtů celk.	Popis	CMD_D	RESERV	C	MSG	DATE	MAC
1067	Bajtů	1	0,75	1,25	1024	6	32

Tabulka č. 7.3: Navržená struktura aplikačního rámce [20]

Dále je uveden význam jednotlivých zkratk aplikační vrstvy:

CMD_D – Příkaz dat

Příkaz dat definuje, jaká data jsou uložena v poli MSG a jakou činnost nebo odpověď požaduje odesílatel. Celkem je k dispozici až 255 příkazů a význam příkazů je znázorněn v kapitole 7.2.1.

RESERV – Rezerva

Rezerva je určena pro případný další rozvoj protokolu v oblasti velikosti přenášených dat MSG.

C – Počet následujících bajtů

Příkaz v poli C definuje počet následujících bajtů v datovém poli MSG. Maximálně hodnota zde může být 1024 bajtů následujících dat, to znamená 10 bitů. Zbývajících 6 bitů tvoří rezervu již zmíněného pole RESERV.

MSG – Data

Pole data MSG je určeno pro přenos dat. Data se dále zpracují dle typu a významu příkazu CMD_D.

DATE– Datum a čas

Datum a čas kdy byla zpráva odeslána. Díky tomuto poli je možno odfiltrovat zprávy staršího data/času.

Zároveň pole DATE zajišťuje jedinečnost každé zprávy, při zašifrování cenných dat. Pole DATE je ve formátu 15.02.08 16:45:58

MAC – MAC

Pole MAC v aplikační vrstvě určuje autentizační kód zprávy. MAC zajišťuje, že zpráva nebyla pozměněna nežádoucí osobou a že zprávu odeslal skutečně podepsaný odesílatel. MAC je vypočítán jako hash ze všech předchozích polí v aplikační vrstvě a zároveň z adresy odesílatele, adresy příjemce a klíče určeného pro šifrování. Hash funkce je zvolená dle standardu SHA-256.

7.2.1 Příkazy aplikační vrstvy [20]

Příkazy aplikační vrstvy v komunikačním protokolu určují, buď jak se má řídicí modul nastavit pro správnou komunikaci se serverem nebo jaký mají význam data v poli dat MSG.

Seznam všech příkazů pro aplikační vrstvu, včetně jejich popisu jsou uvedeny v tabulce 7.3.

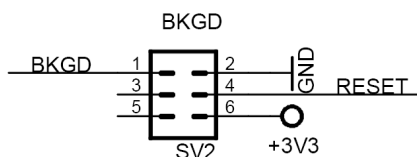
Příkazy Aplikační vrstvy					
TYP	CMD_A	Popis	Parametry	Popis	Poznámka
Přístupové příkazy	0x01	Žádost o otevření dveří	0x01	Žádost o přístup	Následuje 4B číslo karty
			0x02	Otevři dveře	Následuje 4B číslo karty
			0x03	Neotevírej dveře	Následuje 4B číslo karty
			0x04	Neotevírej - málo lidí	Následuje 1B - aktuální počet, 1B - minimum
			0x05	Obsazeno	
Pam. přík.	0x02	Docházkový systém	???		Příchod, odchod, lékař, ...
	0xD0	Vymaž paměť uživatelů			
Stavové příkazy	0xD2	Nahraj si uživatele	15x 4B čísla karty uživatele		
	0xE0	Zablokovat čtečky	0x00	Odblokovat	
			0x01	Zablokovat	
	0xE1	Požár	0x00	Vypnout poplach	
			0x01	Zapnout poplach	
Nast. přík.	0xE2	Narušení zabezpečení			Terminál – narušení zabezpečení DB – deaktivovat piezo
	0xF1	Změna hesla	16 bajtů	Heslo	
Nast. přík.	0xF3	Zobraz zprávu na displeji	16 bajtů	Zpráva	Tuto zprávu neodesílají terminály

Tabulka č. 7.4: Příkazy aplikační vrstvy [20]

8. SOFTWARE VYBAVENÍ

MIKROKONTROLÉRU MC9S08

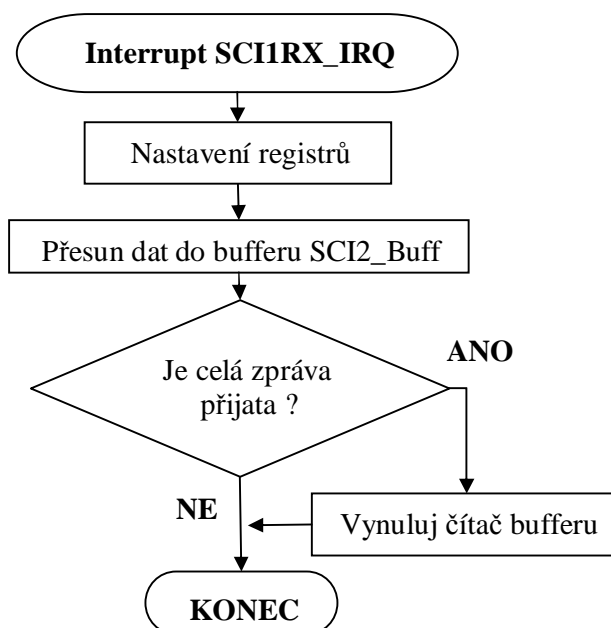
Program vytvořený pro mikrokontrolér MC9S08GT60 v řídicím modulu ZigBee byl napsán v jazyce „C“ v prostředí Metrowerks CodeWarrior ver. 5.7.0. Do mikrokontroléru je nahrán pomocí programovacího a ladícího BDM rozhraní, kompatibilního s programátory firmy Freescale Semiconductor.



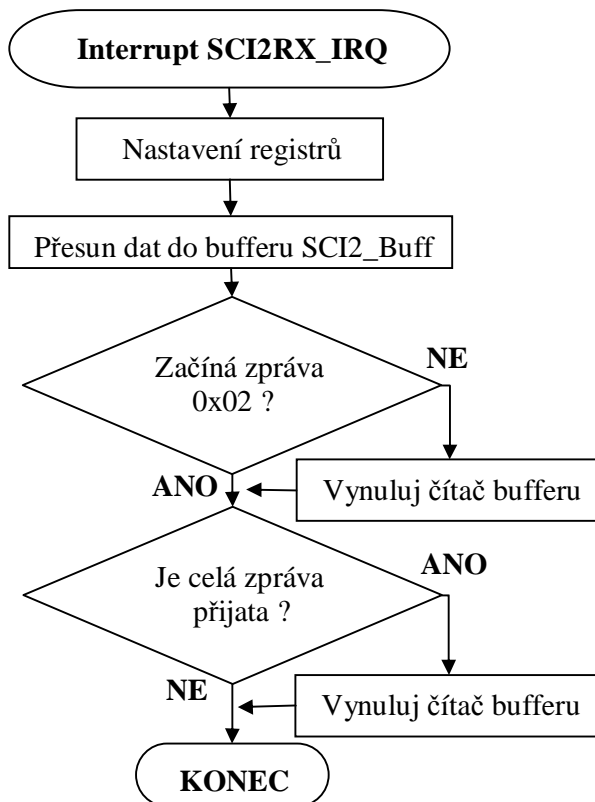
Obrázek 8.1: Zapojení BDM konektoru

8.1 PROGRAM PŘÍSTUPOVÉHO TERMINÁLU

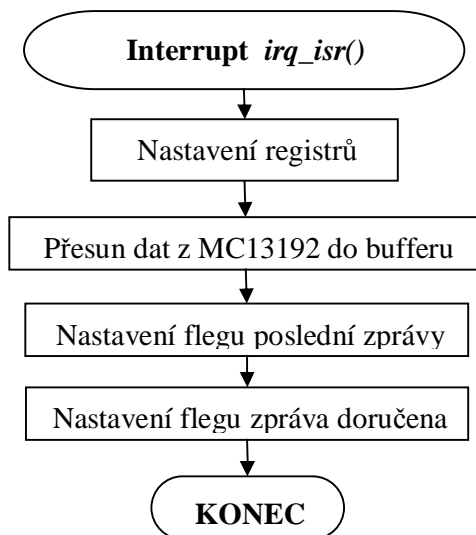
8.1.1 Jednotlivé vývojové diagramy programu



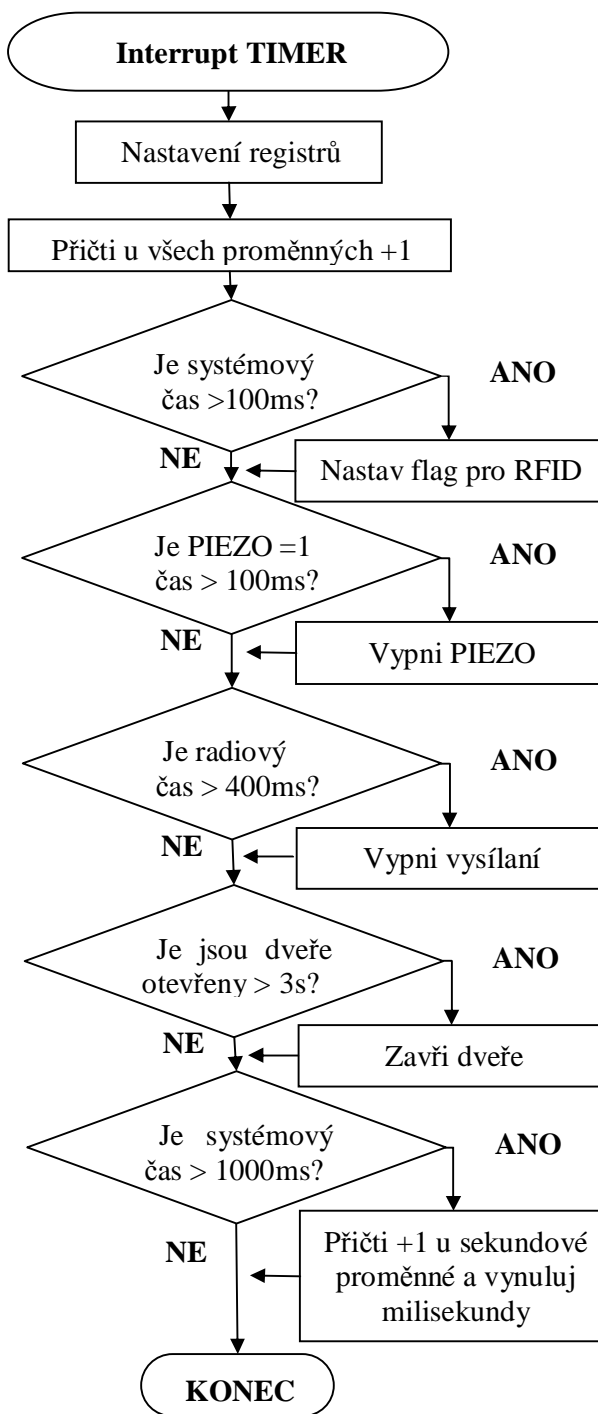
Obrázek 8.2 Vývojový diagram přerušení pro příjem dat na SCI1



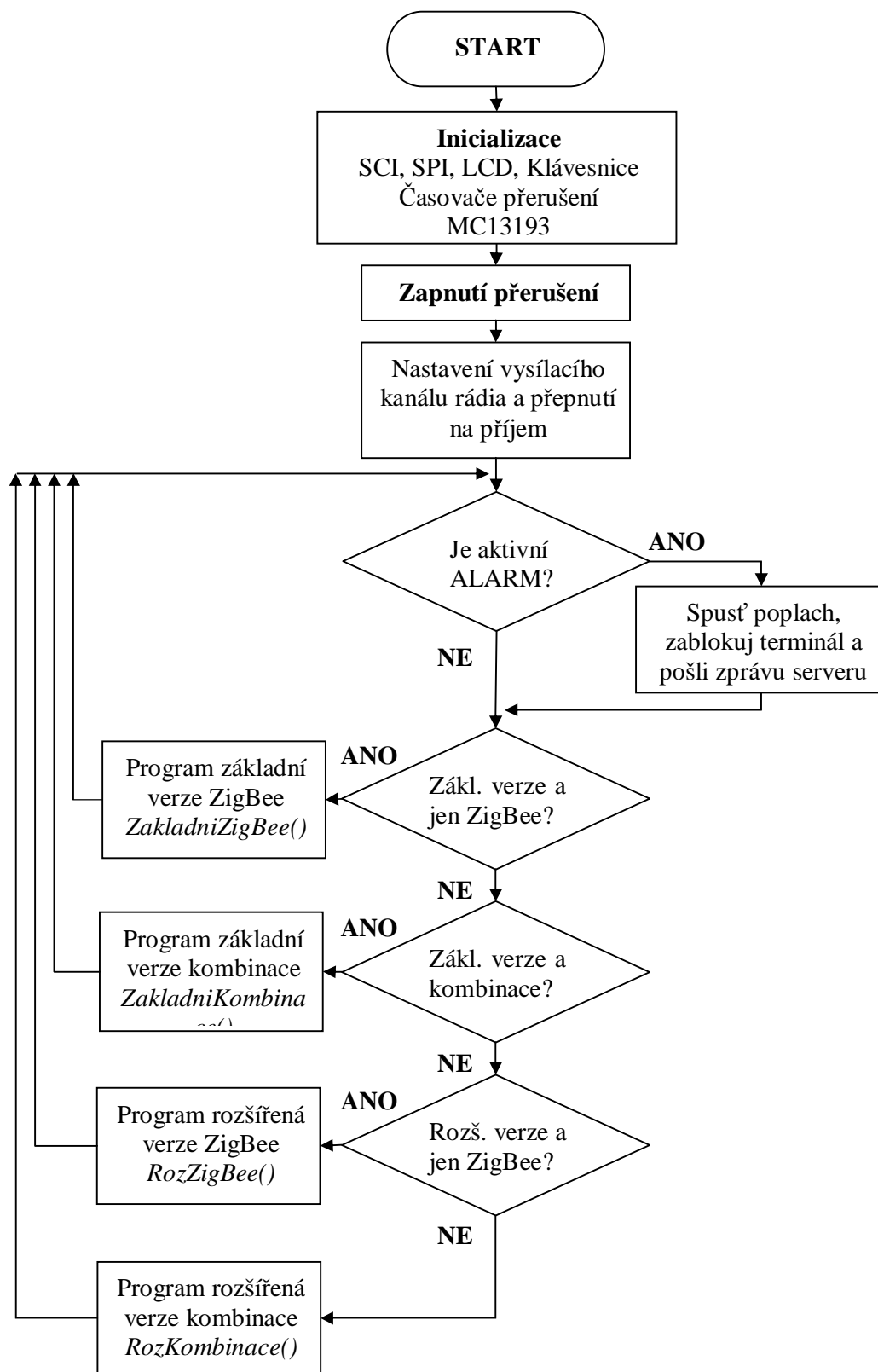
Obrázek 8.3 Vývojový diagram přerušení pro příjem dat na SCI2



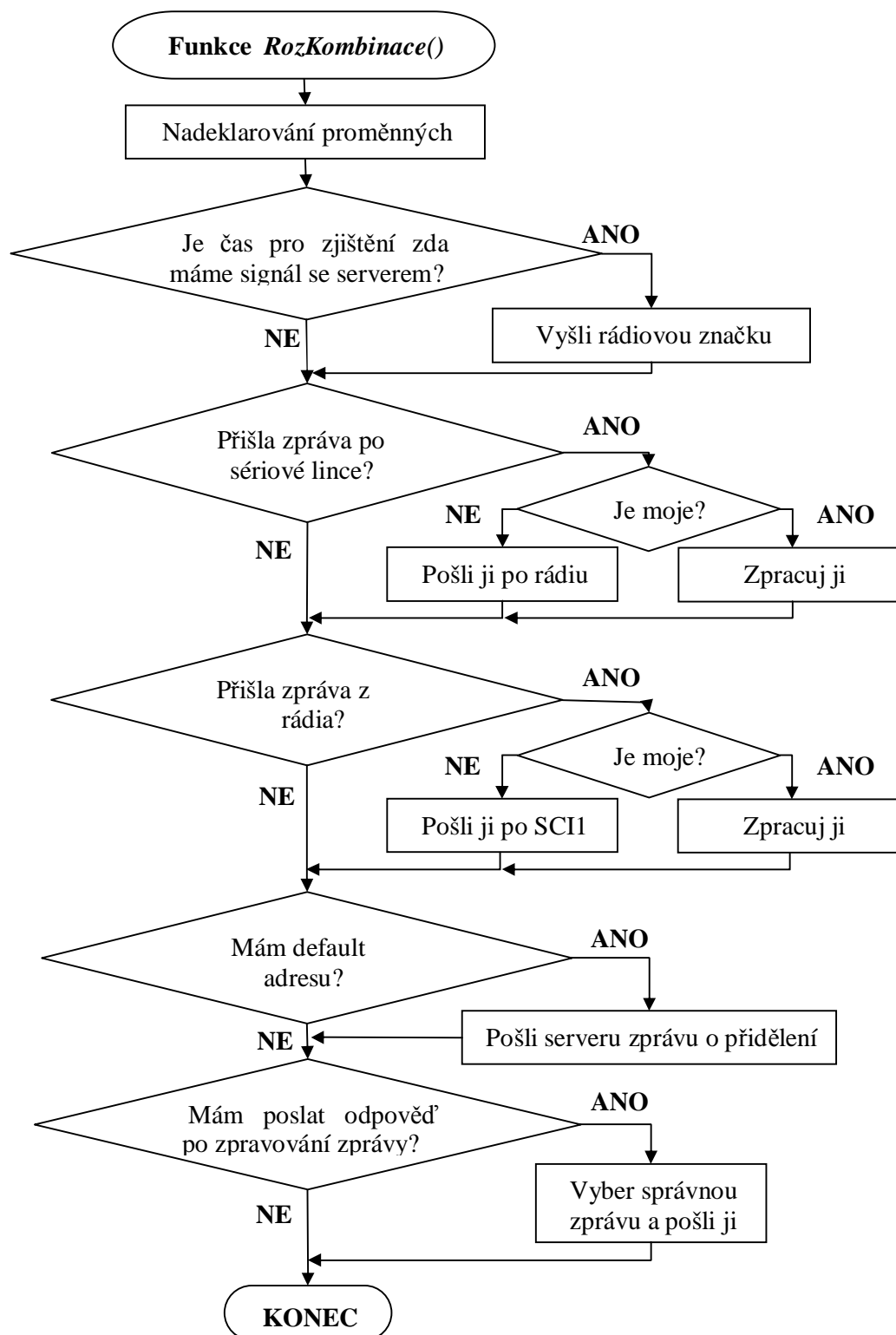
Obrázek 8.4 Vývojový diagram přerušení pro příjem dat z rádia



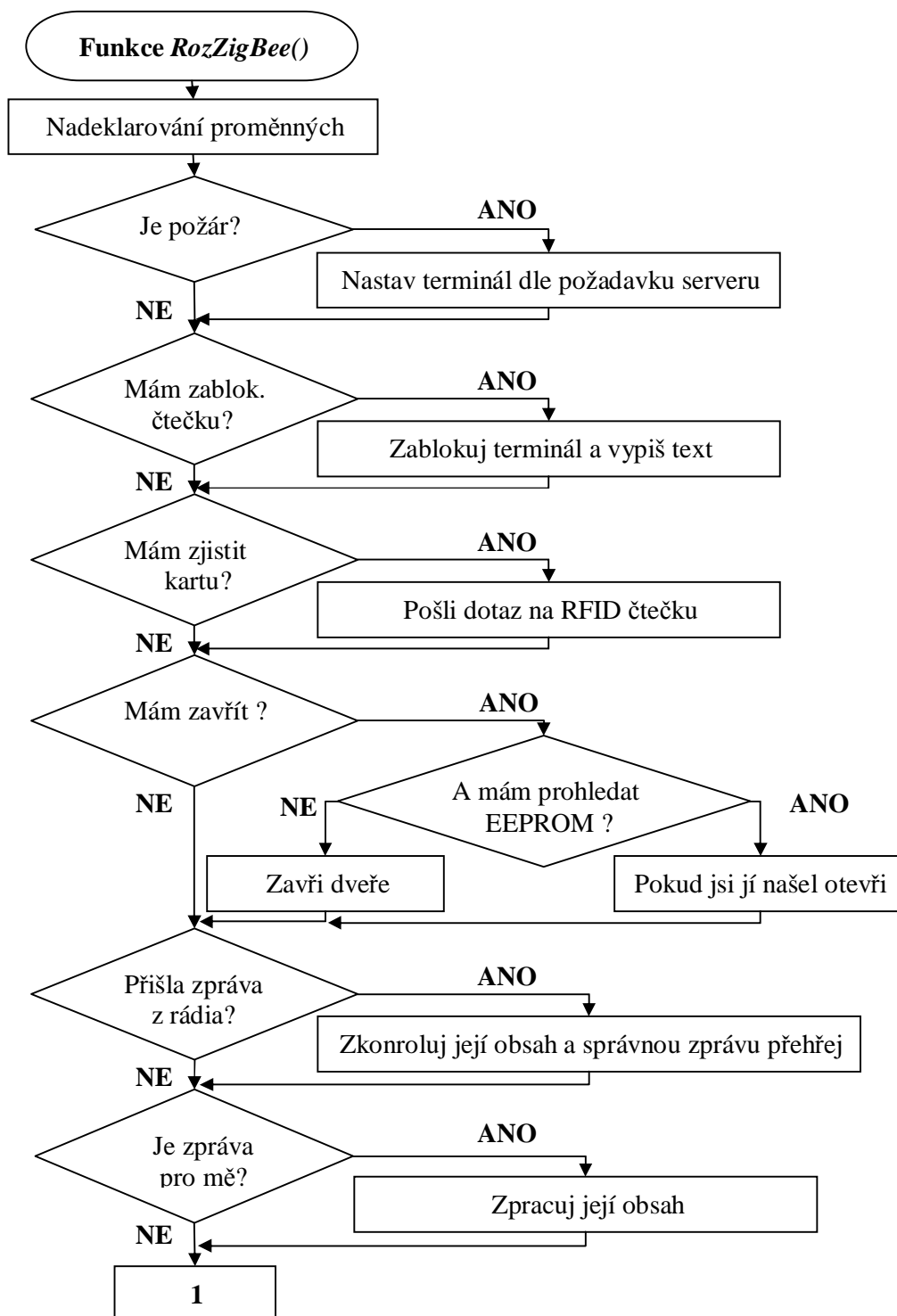
Obrázek 8.5 Vývojový diagram přerušení časovače



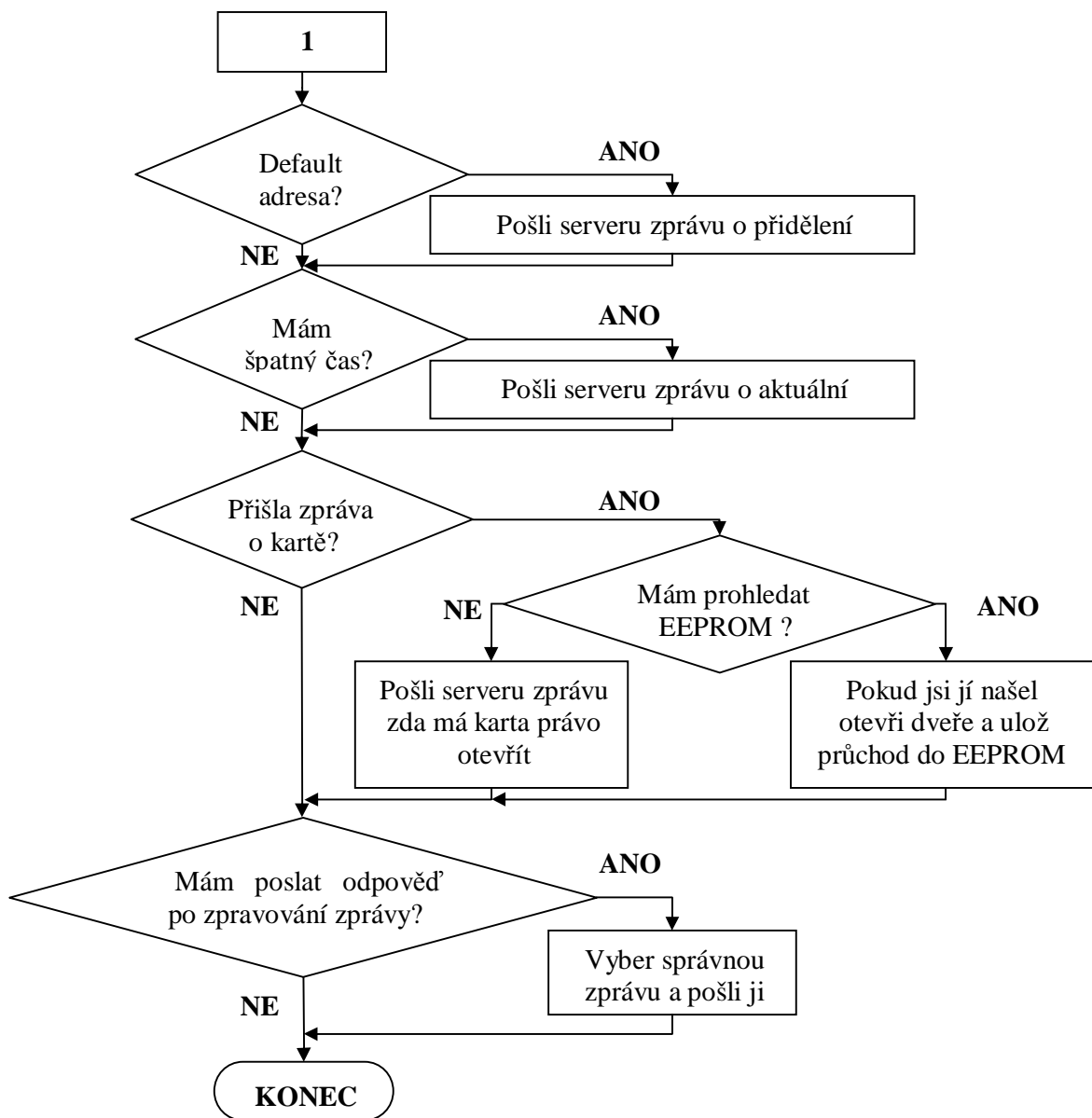
Obrázek 8.6 Vývojový diagram hlavní smyčky



Obrázek 8.7 Vývojový diagram hlavní funkce *RozKombinace()*



Obrázek 8.8 První půlka vývojového diagramu hlavní funkce *RozZigBee()*



Obrázek 8.9 Druhá půlka vývojového diagramu hlavní funkce *RozZigBee()*

Další vývojové diagramy hlavních funkcí *ZakladniKombinace()* a *ZakladniZigBee()* není třeba uvádět, protože se využívá stejného algoritmu. Rozdíl je akorát v tom, že se nepoužívají funkce pro rozšiřující prvky.

8.1.2 Popis programu a jednotlivých funkcí

Celý projekt přístupového terminálu je naprogramován v prostředí Metrowerks CodeWarrior a rozdělen na tři dílčí bloky, Smac, Target a Application.

Blok Smac, který vytváří základní podmínky pro ovládání radiového IO MC13193, byly použity volně dostupné ukázkové knihovny od společnosti Freescale Semiconductor[4]. Zdrojový kód pro potřebnou inicializaci rádia je v souboru *Simple_mac.c*, pro ovládání fyzické vrstvy je určen zdrojový kód v souboru *Simple_phy.c*.

V bloku Target, který zajišťuje nadefinování jednotlivých registru SFR procesoru MC9S08GT60, je vložen hlavičkový soubor *MC9S08GT60.h* dodávaný v prostředí Metrowerks CodeWarrior.

V bloku Application, je vložen hlavní program *Application.c*, spolu s programem pro obsluhu sériových linek *SCI.c* a pomocných funkcí pro rádio *radio.c*. Dále jsou přiložené k souborům stejnojmenné hlavičkové soubory a další hlavičkový soubor *device_header.h*, ve kterém jsou nadefinované periférie terminálu.

Základní rozdělení dílčích bloků, spolu s Smac knihovnami, byly po domluvě s Ing. Ondřejem Hynčicou z VUT BRNO, převzaty a doplněny o hlavní soubor *Application.c* s jeho vedlejšími soubory.

8.1.2.1 Hlavní soubor *Application.c* a jeho funkce

Na začátku hlavního programu v souboru *Application.c* jsou vloženy všechny potřebné hlavičkové soubory, základní definovaná makra, hlavičky všech funkcí z hlavního programu, poté jsou deklarovány globální proměnné a datová pole. Globální proměnné musí být rovněž, i proměnné používané ve funkcích přerušení. Z důvodu velikosti programu a nutnosti deklarovat velký buffer pro odesílání data, rychlé zachycení přijímaných zpráv z rádia a ze sériové linky, je potřeba co nejméně zatěžovat paměť procesoru zbytečně velkými deklaracemi proměnných, proto je v maximální možné míře používána proměnná typu *char* a využívá se deklarace lokálních proměnných.

Dále je deklarován vektor přerušení 20 *SCI2Rx_IRQ()* pro příjem ze sériové linky *SCI2*, vektor 17 *SCI1Rx_IRQ()* pro příjem ze sériové linky *SCI1*,

vektor 08 *tim1_tof_interrupt()* pro zachytávání přerušení od časovače co 1ms a v poslední řadě vektor 02 *irq_isr()* pro signalizaci přerušení z pinu IRQ, na kterém je zavěšen IO rádia MC13193.

Funkce ***main()***

Na začátku hlavní funkce se do datové paměti definují proměnné, jejich hodnota se nastaví na nulu. Dále se inicializuje kompletně celý HW. Nejprve se nastavuje samotný mikrokontrolér, časovače, externí/interní přerušení, rychlost samotné sběrnice v mikrokontroléru. Poté se inicializují obě sériové linky UART, LCD displej na 4bitovou komunikaci, maticová klávesnice.

Následujícím kroku se načítají z externí paměti EEPROM celkový počet karet, poslední pozice průchodu, pak flag zda byla paměť průchodu přetečena a v poslední řadě zda byl před vypnutím aktivní alarm. Poté jsou příkazy pro nastavení kanálu v rádiu, přepnutí rádia na příjem a naplnění odesílacího bufferu pro identifikaci v síti.

Po provedení všech inicializačních příkazů, program skočí do nekonečné smyčky *while(1)*, v té nejprve kontroluje zda náhodou nebyl před vypnutím terminálu alarm a zdá zároveň není znovu aktivován TAMPER SWITCH. Pokud ano, vyvolá se alarm v podobě zablokování čtečky RFID, vypsání textů na displej, zapnutí trvalého pískání pieza a odesílá se zpráva serveru o aktivaci alarmu. Terminál je možné deaktivovat jedinež posláním deaktivací zprávy ze serveru. Touto možností SW programu se zajistí neoprávněné manipulování s terminálem a znemožnění čtečku znovu využívat po zapnutém napájení.

V dalším běhu programu se vybírá varianta dle použití aplikace řídicího modulu. Zda má být jenom převaděč z bezdrátového spojení na drátové spojení nebo má plnit funkci plně řídicího modulu v terminálu. Popřípadě zda je terminál v základní nebo rozšířené variantě.

Rozhodování je dáno jedinečným sériovým kódem při programování modulu, jeho pořadí a obsah je:

cSerial[]={*MODULE_TYPE*,*PROTOCOL_VER*,*MODULE_YEAR*,*MODULE_MON*,
MODULE_DAY,*MODULE_NUM1*,*MODULE_NUM2*};

Význam parametrů:

MODULE_TYPE = typ modulu *PROTOCOL_VER* = verze protokolu
MODULE_YEAR = rok výroby *MODULE_MON* = měsíc výroby
MODULE_DAY = den výroby *MODULE_NUM1* = pořadové číslo H
MODULE_NUM2 = pořadové číslo L

Funkce ***void hw_init(void)***

V první fázi funkce se volanou funkcí *mcu_init()* inicializuje mikrokontrolér SPI, vektor 02 IRQ a provede se reset OI MC13192. Dále se provede nastavení výstupní frekvence z MC13192 funkcí *MLME_set_MC13192_clock_rate(0)*, přepne se mikrokontrolér na externí hodiny *use_external_clock()*, nastaví se rychlost sběrnice, inicializace časovače *tim_init()* a konfigurace I/O pinů a jejich prvotní nastavení.

Funkce ***void tim_init(void)***

Funkce inicializuje registry časovače. A nastaví hodnoty *TPMISC* = *0X4C*, *TPMIMODH* = *HIC(0x03E8)* a *TPMIMODL* = *LOC(0x03E8)*, tak aby se vyvolávalo přerušení v intervalu 1ms. Zároveň nuluje globální proměnné použité v přerušení.

Výpočet *HIC* a *LOC* je podle vzorce 8.1 a 8.2:

vyšší byte konstanty:

$$HIC(W) \quad ((W) / 256) \quad (8.1)$$

nižší byte konstanty:

$$LOC(W) \quad ((W) \% 256) \quad (8.2)$$

kde *W* - hodnota překlopení [-]

Funkce ***void interrupt tim1_tof_interrupt(void)***

Tato funkce je volána pokud nastane přerušení od časovače. Zajišťuje přesné odpočítání nastavených časů pro čtení z RFID karty, pípnutí pieza, prodlevu pro autorizování a globálně používané čekací smyčky. Zároveň se zde odpočítává čas 1s.

Na začátku funkce pro další volání se nuluje příznak přerušení $TPMISC = stat \& \sim TSC_TOF$.

Funkce ***void LCD_init(void)***

Touto funkcí je zajištěna inicializace LCD displeje na 4bitovou komunikaci. Komunikace je prováděna přes SW I2C na 8bitový sériový expandér PCF8574 na adresu, zápis $0x44$ a čtení $0x45$. Při komunikaci se využívá funkce ***void ZapisIIC(unsigned char adresa, unsigned char data)*** s parametrem adresy LCD a daty které se mají odeslat.

Po inicializaci se smaže displej, funkcí *VymazLCD()*, nastaví se kurzor na výchozí pozici *VymazLCD()* a zapne se podsvícení *LCDsvetlo(1)*.

Funkce ***void ZapisIIC(unsigned char adresa, unsigned char data)***

Funkce zajišťuje zápis na SW I2C, které je vytvořeno na pinu PTCD_PTCD5 data SDA a PTCD_PTCD6 hodiny SCL.

Funkce se volá s parametrem *adresa*, komu jsou data určena a parametrem *data*, jaké data se mají poslat.

Algoritmus funkce je optimalizován na přenos dat v taktu hodin 100 KHz aby se využila maximální komunikace s perifériemi při jmenovitém napájecím napětí +3,3V.

Funkce ***char CteniIIC(unsigned char adresa)***

Funkce zajišťuje čtení sběrnice I2C z požadované adresy a vrací načtená data typu *char*. Opět se využívá SW nastavení I2C na pinu PTCD_PTCD5 data a PTCD_PTCD6 hodiny, s taktom hodin 100KHz.

Funkce ***void Cekej(unsigned int cas)***

Volaná funkce zajistí zpoždění, na stanovený parametr *cas*. Hodnota času se zadává v mikrosekundách.

Funkce ***void Cekej_ms(unsigned int cas)***

Volaná funkce zajistí zpoždění, na stanovený parametr *cas*. Hodnota času se zadává v milisekundách.

Funkce ***void LCDsvetlo(unsigned char LCDs)***

Z názvu funkce vyplývá, že bude zajišťovat ovládání podsvícení LCD displeje. Parametr *LCDs* s hodnotou 1 aktivuje podsvícení a s nulovou deaktivuje.

Funkce ***void VymazLCD(void)***

Vymaže všechny znaky na LCD a nastaví kurzor na pozici $x = 0$, $y = 0$.

Funkce ***void TL_init(void)***

Funkce inicializuje 8bitový sériový expandér pro klávesnici na adrese.

Spodní polovina bajtu je nastavena na logickou úroveň 1 a je přivedena k řádkům na klávesnici. Vrchní polovina bajtů je v logické úrovni 0 a je přivedena na sloupce klávesnice.

Po zmáčknutí klávesy se příslušná hodnota v řádku vzhledem k sloupci změní na logickou 0 a tím se vyvolá funkce interrupt na pinu INT\, IO má v logickém stavu H vestavěn 100uA proudový zdroj, proto nedojde k jeho poškození.

Funkce ***void Tlacitko(void)***

Po zjištění, že došlo ke zmáčknutí klávesy v hlavní smyčce, se zavolá tato funkce. Která zjistí zmáčknutou klávesu. Zjištění se provádí po sloupcích zleva doprava. Nalezená klávesa se uloží do globální proměnné *tlac*. Na konci funkce se znovu vykoná inicializace klávesnice.

Funkce ***void StartEEPROM(unsigned int adresaEEPROM)***

Funkce zajišťuje startovací sekvenci zápisu do externí paměti EEPROM, připojenou na SW sběrnici I2C. Pro adresaci paměti na zápis je nastavena adresa *0xA0*.

Parametr *adresaEEPROM* udává adresu odkud se budou data zapisovat.

Funkce ***void StartCistEEPROM(void)***

Funkce zajišťuje startovací sekvenci čtení z externí paměti EEPROM, připojené na SW sběrnici I2C. Pro adresaci paměti na zápis je nastavena adresa *0xA1*.

Funkce ***void StopEEPROM(void)***

Ukončovací sekvence po čtení nebo zápisu do paměti EEPROM.

Funkce ***void ZapisEEPROM_trvale(unsigned char dataEEPROM)***

Funkce je volána po startovací sekvenci. Funkce umožňuje opakovaně zapisovat do paměti EEPROM. Maximální počet 8bitových zapsaných slov může být 128.

Po dokončení zápisu musí být volána funkce *StopEEPROM()*.

Funkce ***char CteniEEPROM_trvale(void)***

Funkce je volána po startovací sekvenci. Umožňuje opakovaně číst z paměti EEPROM. Výslednou načtenou hodnotu posílá v příkazu *return*. Maximální počet 8bitových čtených slov je omezen velikostí paměti EEPROM.

Po dokončení čtení musí být volána funkce *StopEEPROM()*.

Funkce ***void ZapisEEPROM(int adresaEEPROM, int dataEEPROM)***

Pokud požadujeme zápis jedné *int* hodnoty do paměti, na požadované místo, volíme tuto funkci. Algoritmus v ní zajistí start, stop sekvenci a uloží požadované data.

Funkce ***int CteniEEPROM(unsigned int adresaEEPROM)***

Pokud požadujeme čtení jedné *int* hodnoty z paměti, z požadovaného místa, volíme tuto funkci. Algoritmus v ní zajistí start, stop sekvenci a načtené data vrátí v příkazu *return*.

Funkce ***void ZapisHodin(void)***

Po zapnutí napájení u externích hodin reálného času, obvodu PCF8563T, je datum 1.1.50 a čas 0:00:00. Funkce umožňuje toto nastavení změnit na požadovaný čas a datum. Využívá při tom tyto globální proměnné:

rok = rok	hod = hodiny
mes = měsíc	min = minuty
tden = den v týdnu	sec = sekundy
den = den	

Funkce ***void CteniHodin(void)***

Pro načtení aktuálního datumu a času je využita tato funkce. Využívá stejné globální proměnné jako funkce *ZapisHodiny()*. Formát načtených dat je detailně popsán v katalogovém listu výrobce [18].

Funkce ***void Hodiny(void)***

Funkce *Hodiny()*, načte aktuální čas pomocí funkce *CteniHodin()* a poté hodnoty zobrazí na LCD displej pomocí funkce *WriteLCD()*.

Funkce ***void Otevreno(void)***

Vypíše text „OTEVRENO“ na LCD displej pomocí funkce *WriteLCD()*. Podobné funkce, např. *Zavreno()*, *Obsazeno()*, *Alarm()*, využívají stejného principu, proto se zde uvádět nebudou.

Funkce ***void Dotaz_karta(void)***

Funkce pošle na UART SCI2, pomocí sériové funkce *SCI2StartTransmit()* dotaz čtečky karet RFID, zda není přiložena identifikační karta. Zpráva pro čtečku vypadá následovně {0x02, 0x01, 0x12, 0x00, 0x11, 0x03}. Jedná se o hlavičku zprávy (0x02), status (0x01), příkaz (0x12), počet následujících bajtů (0x00), kontrolní součet (0x11) a ukončovací znak (0x03).

Čtečka na dotaz odpovídá, zprávou {0x02, 0x01, 0xFF, 0x00, 0xFC, 0x03} kartu nemám nebo zprávou {0x02, 0x01, 0x00, 0x04, 0xB4, 0x6E, 0x27, 0x63, 0xF3, 0x03} kartu mám a posílím její 4bajtové ID číslo.

Funkce je aktivována v intervalech 100ms, kvůli regeneraci čtečky a časovému zpoždění odpovědi.

Funkce ***void Mazani_pruchodu_EEPROM(void)***

Funkce zajišťuje kompletní vymazání záznamu průchodu v paměti EEPROM. A nastavuje proměnné pro průchod na počáteční stav.

Funkce ***void Zapis_pruchodu_EEPROM(void)***

Funkce zajišťuje uložení záznamu průchodu v paměti EEPROM. Ve formátu číslo ID, datum a čas. Dále ukládá aktuální stav proměnné *pozicePruchoduEEPROM* do paměti EEPROM a inkrementuje proměnu pro další průchod.

Funkce ***void Cteni_pruchodu_Server(unsigned char PozEEPROM)***

Funkce zajišťuje načtení záznamu o průchodu z paměti EEPROM. V případě, kdy terminál nebyl připojen v síti a server požaduje o přehrání dat o průchodu. Funkce využívá globální buffer z přijaté zprávě ze serveru.

Funkce ***void Zapis_karta_Server_EEPROM(int PozPamEEPROM)***

Funkce je aktivní, když server posílá ID čísla karet, které si má čtečka uložit do paměti EEPROM. Pro budoucí porovnání přístupových práv identifikujících se uživatelů. Funkce využívá globální buffer z přijaté zprávě ze serveru.

Funkce ***void Zapis_karta_EEPROM(void)***

Funkce zapíše ID číslo karty spolu s datumem a časem do paměti EEPROM. Využívá se v případě kdy administrátor konfiguruje terminál ručně. Tato funkce se v projektu momentálně nevyužívá, z toho důvodu že terminály obsluhuje server.

Funkce ***void Cteni_karta_EEPROM(void)***

Funkce čte ID číslo karty spolu s datumem a časem z paměti EEPROM.

Funkce ***char Porovnani_karta_EEPROM(void)***

Funkce porovnává ID číslo karty se záznamy v EEPROM. Pokud najde shodu vrací v příkazem *return* hodnotu 1, pokud nenajde vrací hodnotu 0.

Funkce ***char Porovnani_karta_PAMET(void)***

Funkce porovnává načtené ID číslo karty ze sériového port se záznamem v operační paměti RAM. Pokud najde shodu vrací v příkazem *return* hodnotu 1, pokud nenajde vrací hodnotu 0. Funkce je vhodná při konfigurování terminálu.

Funkce ***void Pip(void)***

Zajišťuje krátké pípnutí piezo sirény. Využívá se při potvrzení příkazu uživatele.

Funkce ***void ReleON(void)*** a ***void ReleOFF(void)***

Zajišťuje sepnutí nebo rozepnutí výstupního relé.

Funkce ***int AppDataSend(unsigned char cCMD,unsigned char cCMDparam,unsigned char bEncrypt,unsigned int iDataCount,char *cData)*** [20]

Funkce zajišťuje nachystání posílaných dat v aplikační vrstvě komunikačního protokolu. Vstupní parametry jsou hlavní příkaz v aplikační vrstvě, podružný příkaz v aplikační vrstvě, zda se data budou šifrovat, délka dat a buffer s daty. Výstupní hodnota je velikost aplikační vrstvy a naplněný buffer dat.

Funkce byla převzata z práce „Přístupový systém s rozhraním Ethernet“ [20].

Funkce ***int AppDataMessage(unsigned long iFrom,unsigned char bEncrypt,unsigned int iCount,char *cData)*** [20]

Funkce zajišťuje dekodování přijatých dat v aplikační vrstvě komunikačního protokolu. Vstupní parametry jsou číslo adresy odesílatele zprávy, zda jsou data šifrována, délka dat a buffer s daty. Výstupní hodnota je, zda jsou data platná, naplněný buffer dat a typ zprávy kterou má terminál poslat zpět serveru.

Funkce byla převzata z práce „*Přístupový systém s rozhraním Ethernet*“[20].

Funkce ***int ProcessMessage(char *cBuffer,unsigned long Bytes)*** [20]

Funkce zajišťuje dekodování přijatých dat v transportní vrstvě komunikačního protokolu. Vstupní parametry jsou délka dat a buffer s daty. Výstupní hodnota je, zda jsou data platná, naplněný buffer dat a typ zprávy kterou má terminál poslat zpět serveru.

Funkce byla převzata z práce „*Přístupový systém s rozhraním Ethernet*“[20].

Funkce ***int SendFrame(unsigned int iTarget,unsigned char cCMD, unsigned int iDataCount,unsigned char *cDATA)*** [20]

Funkce zajišťuje nachystání posílaných dat v transportní vrstvě komunikačního protokolu. Vstupní parametry jsou, komu je zpráva určena, příkaz v transportní vrstvě, délka dat a buffer s daty. Výstupní je odeslání celkové zprávy rádiem nebo po sériové lince UART SCI1 a kontrolní hodnota zda se odeslání uskutečnilo.

Funkce byla převzata z práce „*Přístupový systém s rozhraním Ethernet*“[20].

Funkce ***unsigned int UpdCRC(unsigned int iCRC,int c)*** [20]

Funkce vypočítává kontrolní součet CRC přijaté nebo odesílané zprávy. Vstupní parametry jsou, minulé vypočítané hodnoty a nová data, ze kterých se má přepočítat CRC. Výstupní je nové CRC.

Funkce byla převzata z práce „*Přístupový systém s rozhraním Ethernet*“[20].

Funkce ***void RozZigBee(void)***

Funkce vytváří hlavní smyčku programu ve variantě samotného ZigBee modulu v terminálu. Běh této funkce je názorně zobrazen na vývojovém diagramu, Obrázek 8.8 a Obrázek 8.9

Funkce ***void RozKombinace(void)***

Funkce vytváří hlavní smyčku programu ve variantě kombinace ZigBee modulu a modul Rabbit v terminálu. Běh této funkce je názorně zobrazen na vývojovém diagramu, Obrázek 8.7

Funkce ***void PrepPrijem(void)***

Funkce zajišťuje správné přepnutí ZigBee rádia z vysílače na přijímač.

8.1.2.2 Soubor *SCI.c* a jeho funkce

Funkce ***void SCI1Init(void)***

Inicializační funkce pro sériovou linku UART SCI1. Nastaví komunikační rychlost na 115200Baudu, na délku slov 8bitů, bez parity. Dále nastaví přerušení na příjem a obousměrnou komunikaci.

Funkce ***void SCI2Init(void)***

Inicializační funkce pro sériovou linku UART SCI2. Nastaví komunikační rychlost na 9600Baudu, na délku slov 8bitů, bez parity. Dále nastaví přerušení na příjem a obousměrnou komunikaci.

Funkce ***interrupt void SCI1Rx_IRQ()***

Tato funkce je volána pokud nastane přerušení o příjmu dat na sériové lince SCI1. Zajišťuje přesun dat odeslaných z modulu Rabbit do bufferu *SCI1_Buff[]*.

Funkce ***interrupt void SCI2Rx_IRQ()***

Tato funkce je volána pokud nastane přerušení o příjmu dat na sériové lince SCI2. Zajišťuje přesun dat odeslaných z čtečky RFID do bufferu *SCI2_Buff[]*.

Funkce ***void SCI1StartTransmit(char cData)***

Funkce posílá data po sériové lince k modulu Rabbit. Vstupní parametr je hodnota typu *char*.

Funkce ***void SCI2StartTransmit(char cData)***

Funkce posílá data po sériové ke čtečce RFID. Vstupní parametr je hodnota typu *char*.

9. PROGRAM DATABÁZOVÉHO SERVERU [20]

Pro nastavení celého přístupového systému včetně všech terminálů se využívá serverová aplikace „AccessServer“ z diplomové práce „*Přístupový systém s rozhraním Ethernet*“ [20]. Obrázek hlavního okna programu, vytvářející jádro celého programu je zobrazen v příloze č. 9.

Hlavní okno je rozděleno do šesti následujících bloků:

- **Hlavní menu v programu** – je aktivní po úspěšném přihlášení uživatele (administrátora) v aplikaci. V menu je umožněno přidávat nové uživatele do systému. Nastavovat práva jednotlivých uživatelů, popřípadě celých nadefinovaný skupin uživatelů. Vytvářet místnosti s nastavenými právy. Zároveň je tu funkce *Uložení nastavení programu. Změna jazyka* z české verze na anglickou a naopak. *Zapnutí logování* do souboru. A funkce *Seznam čteček* zobrazující základní informace o připojených terminálech, např. adresu terminálu, typ, název, IP adresu.
- **Přihlášený uživatel** – informuje o aktuálním přihlášeném uživateli v aplikaci. Program přihlášeného uživatele automaticky po dvou minutové nečinnosti odhlásí.
- **Grafické vyjádření odeslaných a přijatých zpráv** – znázorňuje počet přijatých/odeslaných zpráv během posledních 24 hodin.
- **Textové pole přijatých/odeslaných zpráv** – zobrazuje přijaté/odeslané zprávy serveru spolu s datumem a časem. Okno lze kdykoli jednoduše vymazat pro lepší orientaci zachycené zprávy
- **Ovládání systému** – ovládací rám je uprostřed hlavního okna programu. Umožňuje přihlášenému uživateli (administrátoru) vykonávat základní funkce v systému. Aktivovat/deaktivovat požární poplach na terminálu. Aktivovat/deaktivovat blokaci čteček v terminálu. Deaktivovat bezpečnostní poplach, synchronizovat čas serveru s terminálem a diagnostikovat všechny připojené řídicí moduly v systému.
- **Informace o systému** – informační rám vypisuje aktuální počty platných požadavků na přístup, uživatelů, skupin, místností a aktivních terminálů

10. ZÁVĚR

Hlavním úkolem diplomové práce bylo navrhnout celkovou koncepci přístupového systému a zrealizovat přístupový terminál pro akademické budovy.

Nejprve byly stanoveny základní požadavky na jednotlivé bloky celého systému, ze kterých bylo rozhodnuto o jednotlivém rozmístění každého bloku v budově. Rovněž při návrhu se nezapomíná na tělesně handicapované osoby.

Dále se práce samostatně zaměřuje na přístupový terminál. Na jeho návrh, umístění, vzhled a funkci. Jsou popsány jednotlivé identifikační systémy: RFID, klávesnice a ID-Only čip a také rádiové komunikační moduly ZigBee a Radiometrix. Zároveň je navržena komunikace jak po síti Ethernet, tak po rozvodné síti 230 V.

Z dosavadních uvedených základních poznatků o funkci terminálu a jeho vzhledu, je v kapitole 5. navržena celková konstrukce. Je zde uveden jak celkový vzhled, tak vnitřní rozmístění jednotlivých bloků. Zároveň jsou zde zobrazena celková funkční schémata terminálu. Jednotlivá schémata jsou postupně rozebrána a detailně popsána.

Navazující část „Napájení pro přístupové terminály“, popisuje problematiku a požadavky kladené na napájení celého systému. Po zvážení všech dostupných možností je nakonec zvolena varianta se záložním zdrojem UPS s dostatečně dimenzovanou kapacitou a centrálním zdrojem DC 24V. Výstupní stejnosměrné napětí je potom přivedeno do jednotlivých elektronických zámků a terminálů, kde se dále upravuje dle konkrétních požadavků. Pro náš navržený terminál se upravuje na DC +5V a DC +3,3V, pomocí IO MC34063 v katalogovém zapojení [17].

Jelikož celkový přístupový systém je velmi rozsáhlý a strukturovaný, bylo potřeba použít robustní komunikační protokol. Zde byl naimplementován navržený protokol z diplomové práce „Přístupový systém s rozhraním Ethernet“ [20]. Který zajišťuje spolehlivou výměnu dat a příkazů. Podrobný popis protokolu je v kapitole 7. Protože obsah zpráv vyměňující se mezi terminálem a serverem je velmi citlivý, je potřeba tato data šifrovat. V protokolu je použit hešovací algoritmus dle standardu SHA-256. Bohužel tento algoritmus nebylo možné zkompileovat, z důvodu licenčního omezení produktu Metrowerks CodeWarrior ver. 5.7.

Softwarové vybavení mikrokontroléru MC9S08GT60 pro obsluhu řídicího modulu ZigBee bylo napsáno v programovacím jazyce „C“. Jeho kompletní popis včetně hlaviček funkcí, vývojových diagramů přerušení, hlavní smyčky a hlavních funkcí, je detailně popsána v kapitole 8.

V poslední části diplomové práce, je názorná ukázka použitého databázového programu „AccessServer“ a jeho stručný popis.

11. SEZNAM LITERATURY

- [1] MIFARE, NET., *Mifare Standart 4k* [online]. [cit. 1.3.2007] Dostupné z:
< http://www.mifare.net/products/mifare_standard4k.asp >
- [2] DALLAS SEMICONDUCTOR, INC., *DS1990A Serial Number iButton®* [online]. [cit. 1.5.2007] Dostupné z:
< http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm?qv_pk=2829 >
- [3] FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC., *MC9S08GT60 Device User Guide v01.19* [online]. [cit. 4.2.2007] Dostupné z:
< http://www.freescale.com/files/doc/data_sheet/MC9S08GT60.pdf >
- [4] FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC., *MC13192 2.4 GHz Low Power Transceiver for the IEEE® 802.15.4 Standard* [online]. [cit. 4.2.2007] Dostupné z: < http://www.freescale.com/files/doc/data_sheet/MC13192.pdf >
- [5] MAXIM INTEGRATED PRODUCTS, INC.,
MAX2980 Powerline Communication Analog Front-End Transceiver [online]. [cit. 15.3.2007] Dostupné z:
< http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/4032 >
- [6] MAXIM INTEGRATED PRODUCTS, INC.,
MAX2986 Integrated Powerline Digital Transceiver [online]. [cit. 15.3.2007] Dostupné z: < http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/4034 >
- [7] RADIOMETRIX, LTD., *433MHz High Power Transmitter TX2H-433-64-3V* [online]. [cit. 21.3.2007] Dostupné z: < <http://www.radiometrix.com/> >
- [8] GM Elektronik S.R.O., *Katalog elekt. součástek* [online]. [cit. 5.5.2007] Dostupné z: < <http://www.gme.cz/index.php?lk=&sk=&action=katalog> >
- [9] ZIGBEE ALLIANCE, *Specification ZigBee* [online]. [cit. 6.3.2007] Dostupné z: < <http://www.zigbee.org/> >
- [10] AUTOMATIZACE S.R.O., *Bezdrátový komunikační standard ZigBee* [online]. [cit. 6.3.2007] Dostupné z: < <http://www.automatizace.cz/article.php?a=638> >
- [11] FIEDLER, P., *PAN4451 modul s redukcí*. Hardware VUT, Brno 15.2.2004

- [12] ELATEC, *Mini Leader/Writer Module AXA020MF for 13,56MHz Mifare transponder* [online].[cit. 29.1.2008] Dostupné z:
<<http://www.elatecworld.com/rfid/readers/1356-mhz.html>>
- [13] RABBIT SEMICONDUCTOR, INC. *RabbitCore RCM3200 C-Programmable Module with Ethernet* [online].[cit. 21.11.2007] Dostupné z:
<<http://www.rabbit.com/products/rcm3200/index.shtml>>
- [14] MICROCHIP TECHNOLOGY, INC. *512 I2C™ CMOS Serial EEPROM* [online].[cit. 21.1.2008] Dostupné z:
<<http://www1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/21754E.pdf>>
- [15] HITACHI TECHNOLOGY, INC. *Dot Matrix liquid crystal display controler/driver* [online].[cit. 21.1.2008] Dostupné z:
<<http://www.alldatasheet.com>>
- [16] FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC., *MC13193 2.4 GHz Low Power Transceiver for the IEEE® 802.15.4 Standard* [online].[cit. 4.2.2008] Dostupné z: <http://www.freescale.com/files/doc/data_sheet/MC13193.pdf>
- [17] FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC., *MC34063 DC-DC Converter Control Circuits* [online].[cit. 4.2.2008] Dostupné z:
<http://www.freescale.com/files/doc/data_sheet/MC34063A.pdf>
- [18] PHILIPS SEMICONDUCTOR, INC., *PCF8563T I2C™ Serial Real-Time clock* [online].[cit. 4.2.2008] Dostupné z:
<<http://www.alldatasheet.com>>
- [19] PHILIPS SEMICONDUCTOR, INC., *PCF8574 I2C™ Serial 8-bit I/O expander* [online].[cit. 4.2.2008] Dostupné z:
<<http://www.alldatasheet.com>>
- [20] KNOTEK, M., *Přístupový systém s rozhraním Ethernet*, VUT Brno 2008. 100s Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Fiedler, Ph.D.

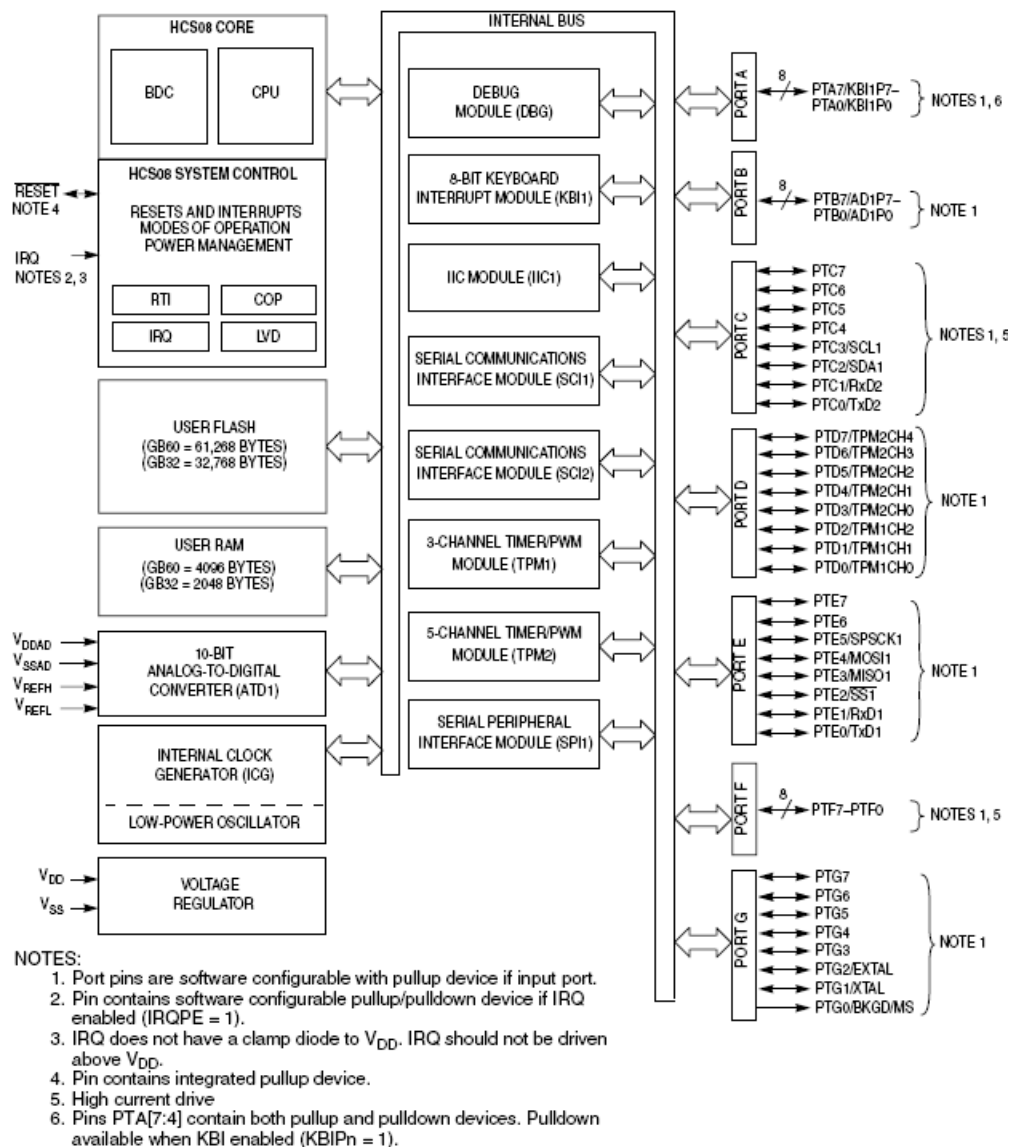
12. SEZNAM ZKRATEK

RFID	Radio Frequency IDentification (identifikace na rádiové frekvenci)
SW	Software (programové vybavení)
HW	Hardware (fyzické vybavení)
LED	Light-Emitting Diode (Elektroluminiscenční dioda)
EEPROM	Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory (elektricky mazatelná paměť)
BDM	Background Debugging Mode (Zvláštní režim mikrokontrolérů MC9S08, ve kterých je možno zasahovat do vykonávání programu a číst/zapisovat do jejich registrů a tím ladit software)
DPS	Deska plošných spojů
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance and optional time slotting
DSSS	Direkt Sequence Spread Spektrum
UPS	Uninterruptible Power Supply (nepřetržitelný zdroj energie)
CRC	Cyclic Redundancy Check (kontrolní součet)
UDP	User Datagram Protocol
MAC	Message Authentication Code (autentizační kód zprávy)
SHA-256	Secure Hash Algorithm (standardizovaný bezpečný hešovací algoritmus)
IO	Integrovaný Obvod
SPI	Serial Peripheral Interface (sériové periferní rozhraní)
IRQ	Interrupt ReQuest (požadavek na přerušení)
LCD	Liquid Crystal Display (displej tekutých krystalů)
I ² C	Inter-Integrated Circuit (seriová sběrnice pro propojení IO)
SCL	Synchronous Clock (hodinový signál pro sériovou sběrnici I ² C)
SDA	Synchronous Data (data pro sériovou sběrnici I ² C)

13. SEZNAM PŘÍLOH

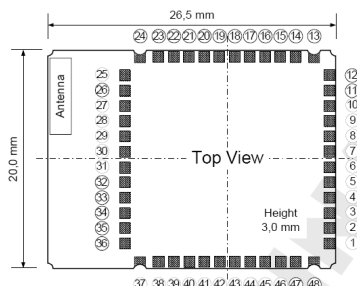
PŘÍLOHA Č. 1 - Vnitřní struktura MC9S08GB60 [3].....	76
PŘÍLOHA Č. 2 - Rozložení vývodů modulu PAN4451.....	77
PŘÍLOHA Č. 3 - Procesorová deska PAN4451.....	78
PŘÍLOHA Č. 4 - Základní deska	81
PŘÍLOHA Č. 5 - Rozšiřující deska	84
PŘÍLOHA Č. 6 - PLASTOVÁ KRABICE PRO TERMINÁL [8]	87
PŘÍLOHA Č. 7 - Přední štítky na terminál.....	88
PŘÍLOHA Č. 8 - Reálný pohled na hotový terminál	89
PŘÍLOHA Č. 9 - Hlavní okno programu server [20]	90

PŘÍLOHA Č. 1 - Vnitřní struktura MC9S08GB60 [3]



Obrázek 13.1: Vnitřní struktura mikroprocesoru MC9S08GB60

PŘÍLOHA Č. 2 - Rozložení vývodů modulu PAN4451

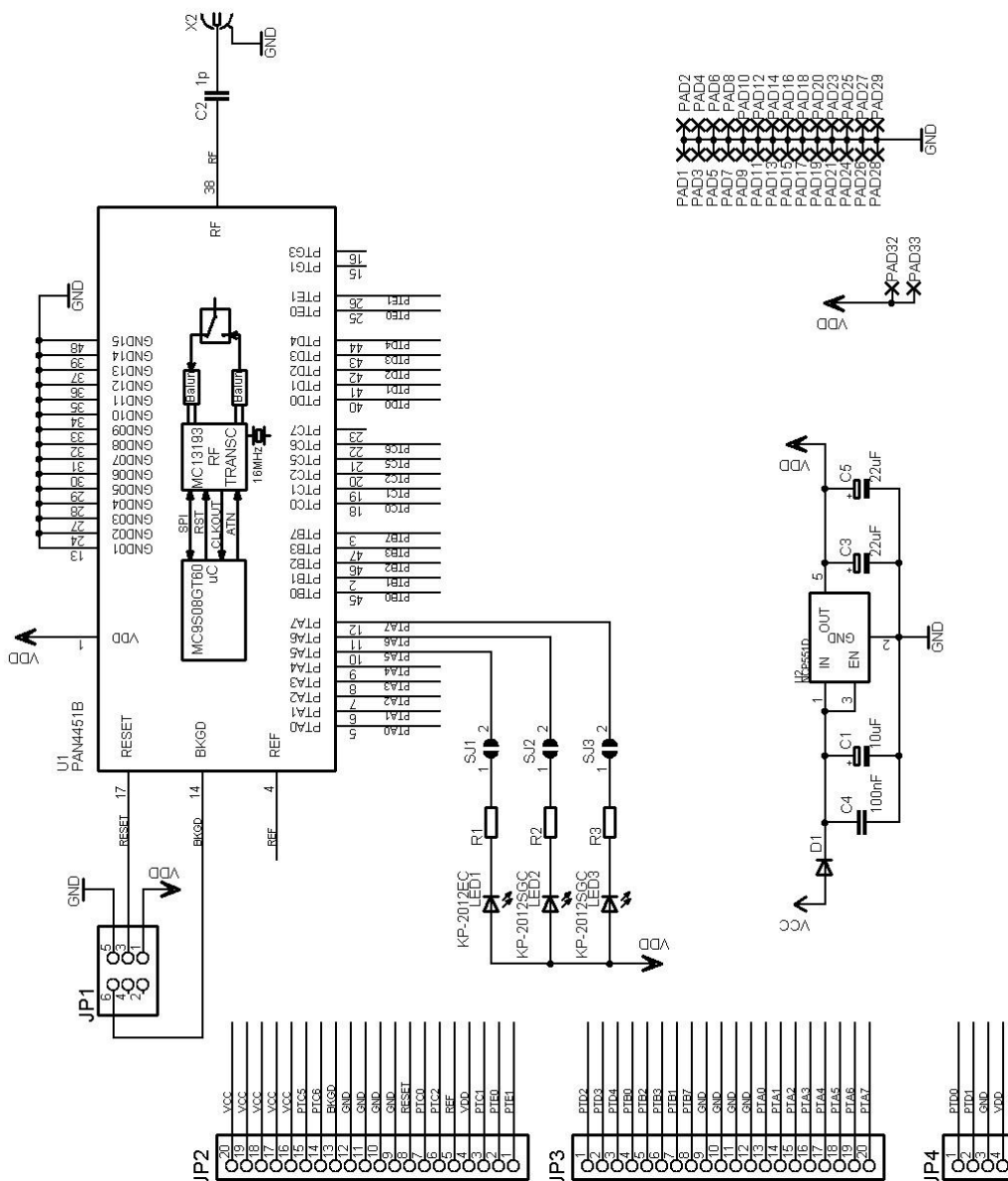


Obrázek 13.2: Rozložení vývodů modulu PAN4451 [11]

Pin No.	Pin Name	Pin Type	Description
1	VDD	I	dc supply voltage
2	PTB1	I/O	A/D converter sense voltage
3	PTB7	I/O	A/D converter sense voltage
4	REF	I	A/D converter reference voltage input
5	PTA0	I/O	KBI
6	PTA1	I/O	KBI
7	PTA2	I/O	KBI
8	PTA3	I/O	KBI
9	PTA4	I/O	KBI
10	PTA5	I/O	KBI
11	PTA6	I/O	KBI
12	PTA7	I/O	KBI
13	GND	I/O	ground
14	BKGD	I/O	programming
15	PTG1	I/O	PTG1_XTAL
16	PTG3	I/O	PTG3
17	RESET	I	module reset
18	PTC0	I/O	PTC0_TXD2
19	PTC1	I/O	PTC1_RXD2
20	PTC2	I/O	connected to /ATTN of MC13193 and 470kOhm pullup to VDD
21	PTC5	I/O	PTC5
22	PTC6	I/O	PTC6
23	PTC7	I/O	PTC7
24	GND	I/O	ground
25	PTE0	I/O	PTE0_TXD1
26	PTE1	I/O	PTE1_RXD1
27	GND	I/O	ground
28	GND	I/O	ground
29	GND	I/O	ground
30	GND	I/O	ground
34	GND	I/O	ground
35	GND	I/O	ground
36	GND	I/O	ground
37	GND	I/O	ground
38	RF	O	SMD antenna pin
39	GND	I/O	ground
40	PTD0	I/O	TPM1 channel 0
41	PTD1	I/O	TPM1 channel 1
42	PTD2	I/O	TPM1 channel 2
43	PTD3	I/O	TPM2 channel 0
44	PTD4	I/O	TPM2 channel 1
45	PTB0	I/O	A/D converter sense voltage
46	PTB2	I/O	A/D converter sense voltage
47	PTB3	I/O	A/D converter sense voltage
48	GND	I/O	ground

Tabulka č. 13.1: Význam jednotlivých pinů modulu PAN4451[11]

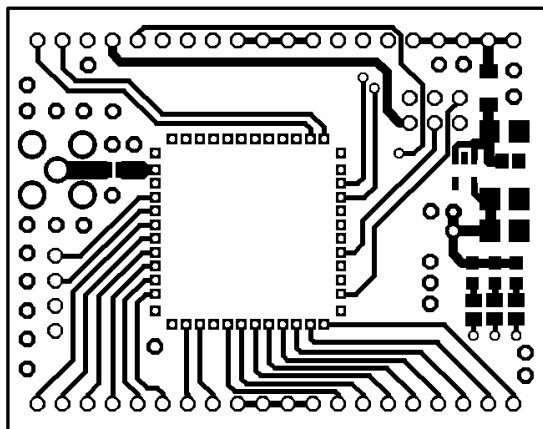
PŘÍLOHA Č. 3 - Procesorová deska PAN4451



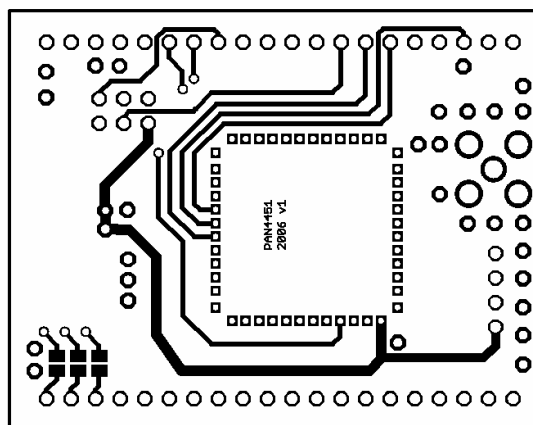
Obrázek 13.3: Schéma zapojení procesorové desky [11]

Pozn.: Zařízení vyvinuto na UAMT VUT Brno [11].

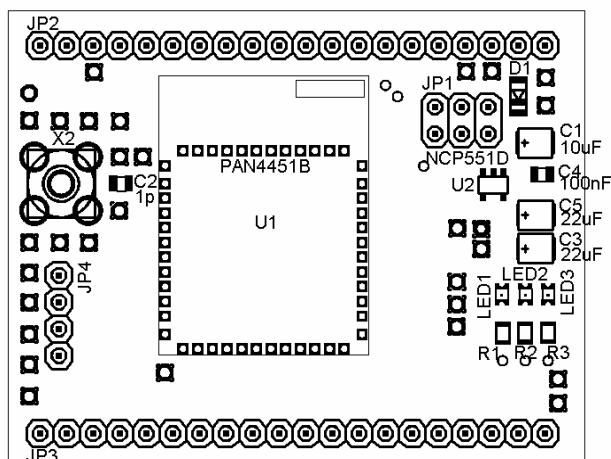
- **DPS – Strana součástek (TOP) [11]**



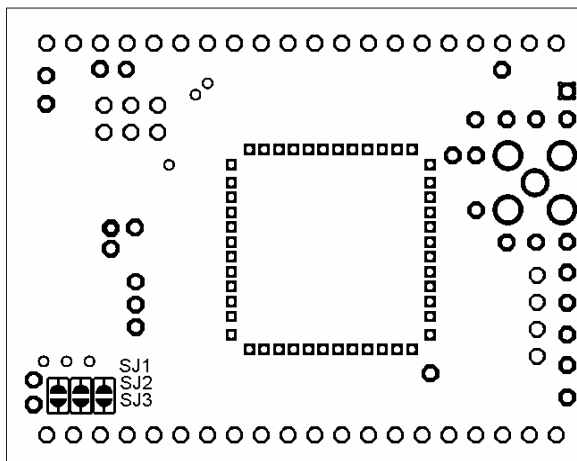
- **DPS – Strana spojů (BOTTOM) [11]**



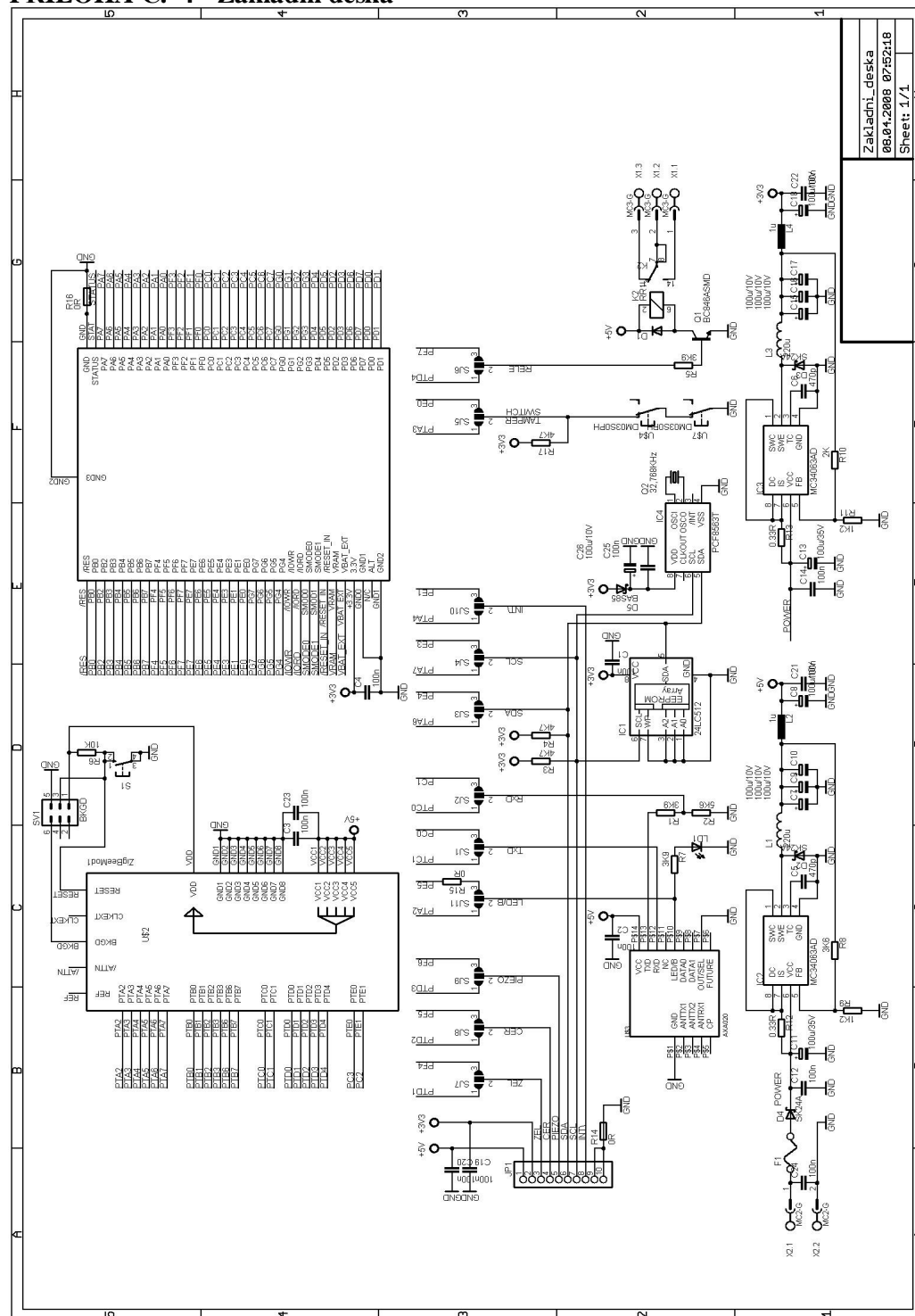
- DPS – Osazovací výkres – Strana součástek [11]



- DPS – Osazovací výkres – Strana spojů [11]

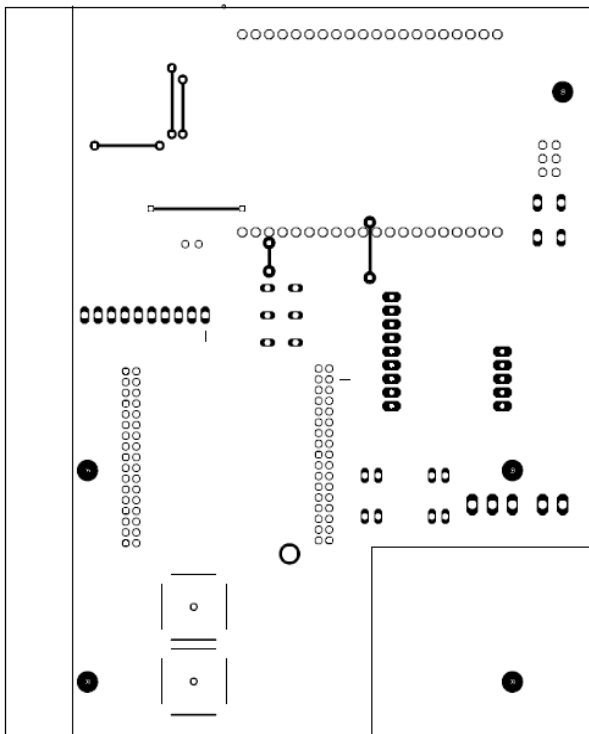


PŘÍLOHA Č. 4 - Základní deska

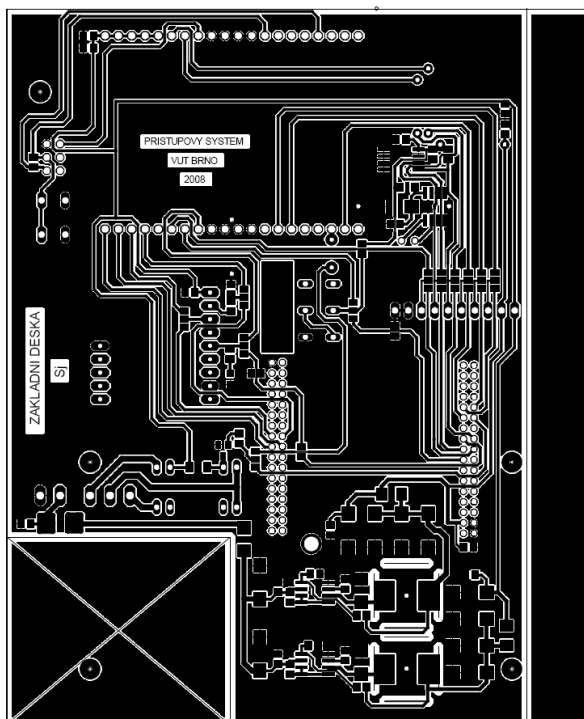


Obrázek 13.4: Schéma základní desky

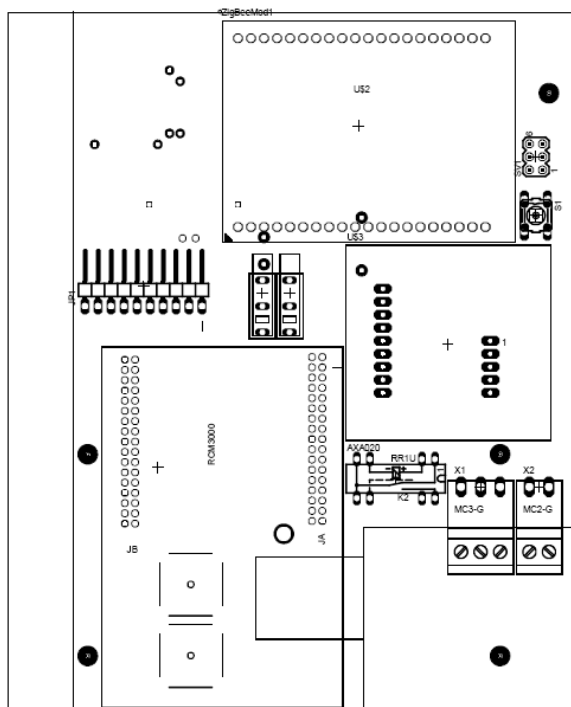
- DPS – Strana součástek (TOP), plošný spoj není v měřítku 1:1



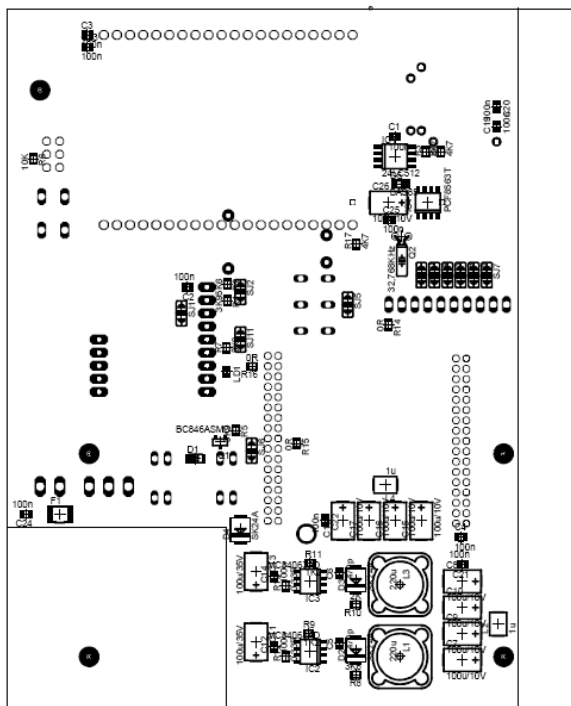
- DPS – Strana spojů (BOTTOM), plošný spoj není v měřítku 1:1



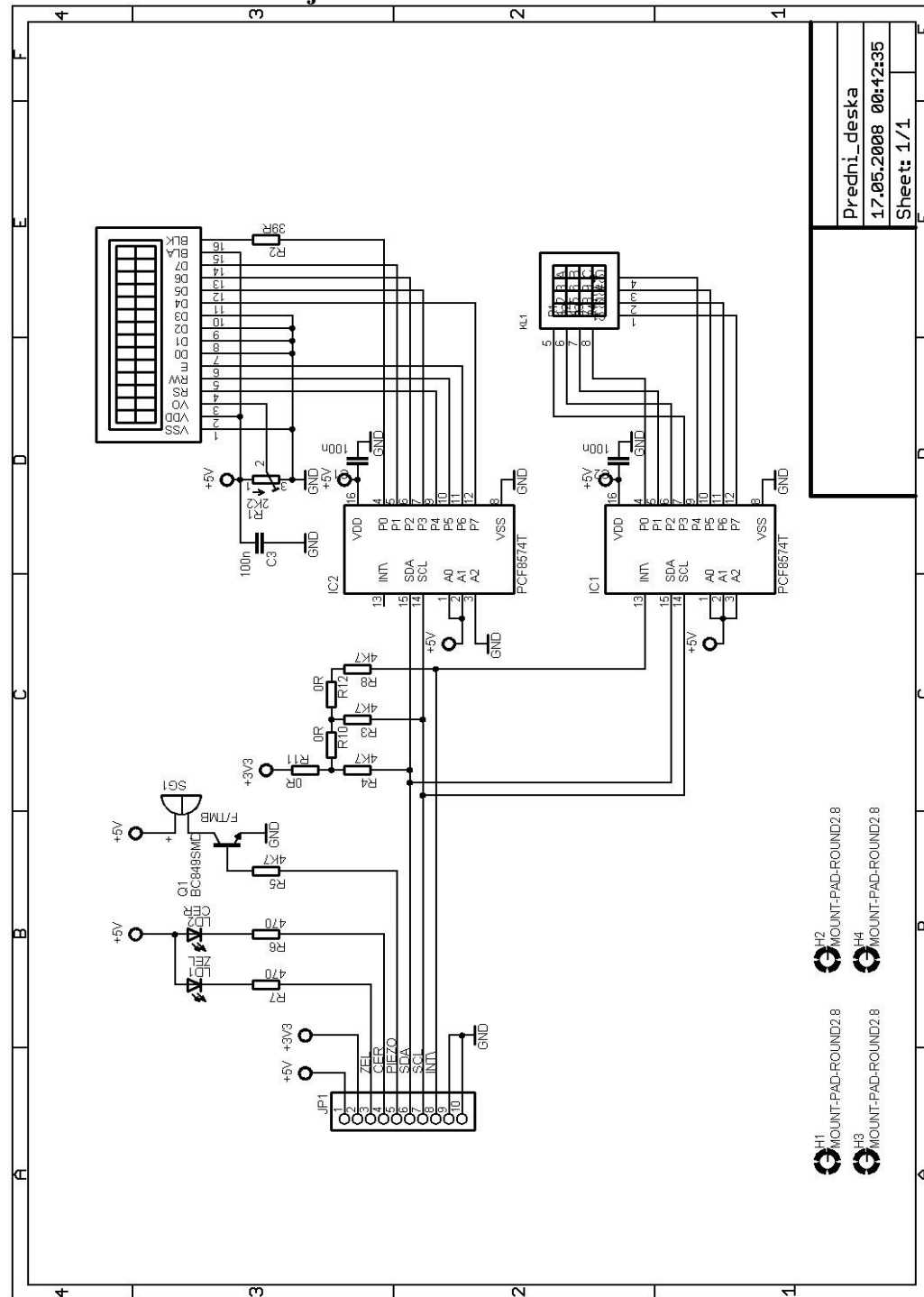
- DPS – Osazovací výkres – Strana součástek (není v měřítku 1:1)



- DPS – Osazovací výkres – Strana spojů (není v měřítku 1:1)

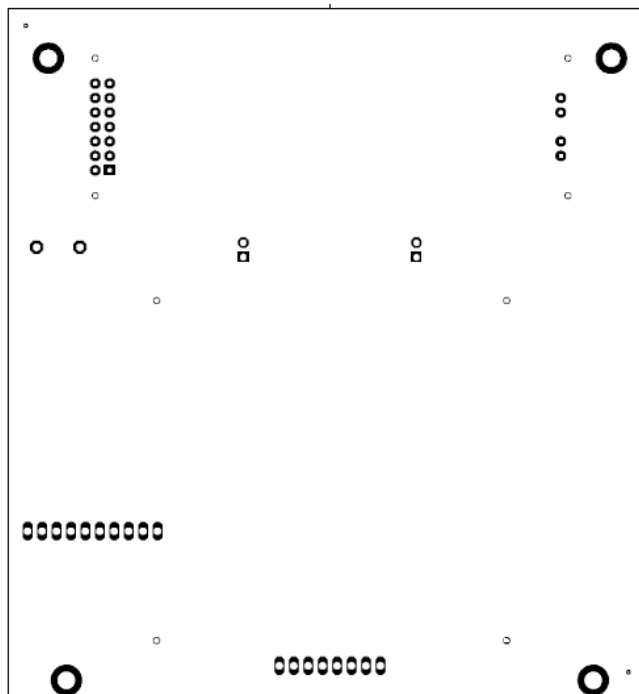


PŘÍLOHA Č. 5 - Rozšiřující deska

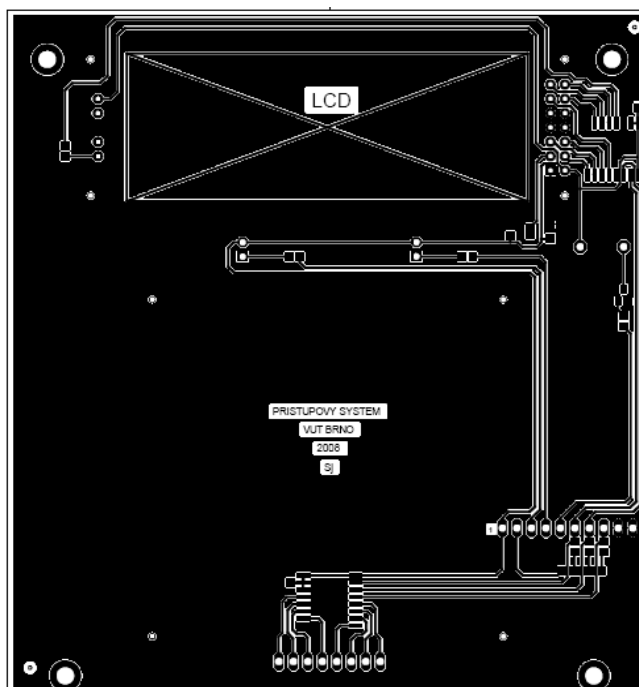


Obrázek 13.5: Schéma rozšiřující desky

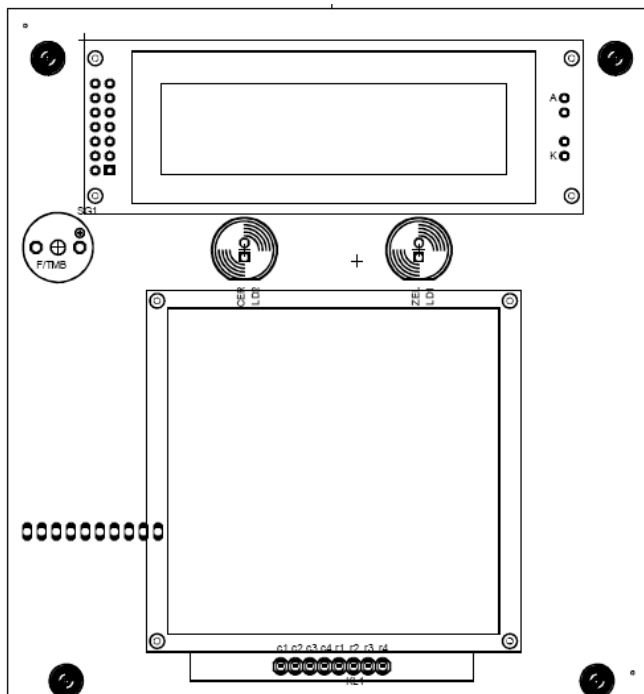
- DPS – Strana součástek (TOP), plošný spoj není v měřítku 1:1



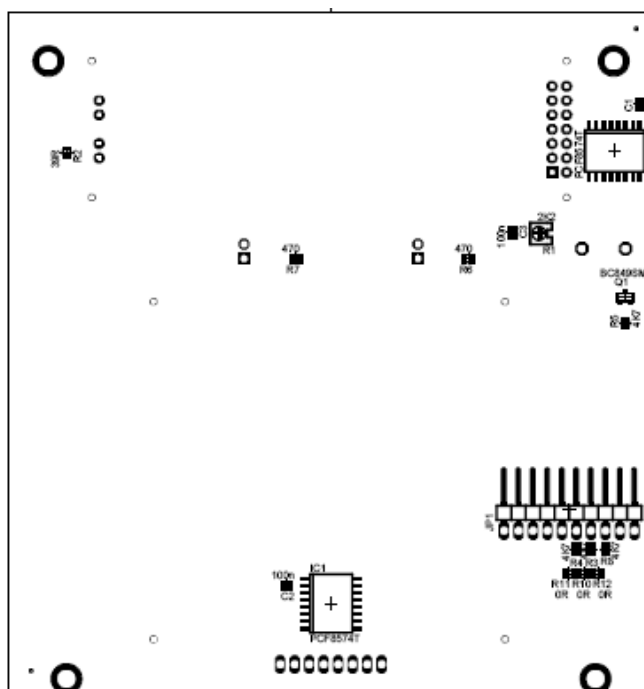
- DPS – Strana spojů (BOTTOM), plošný spoj není v měřítku 1:1



- DPS – Osazovací výkres – Strana součástek (není v měřítku 1:1)



- DPS – Osazovací výkres – Strana spojů (není v měřítku 1:1)

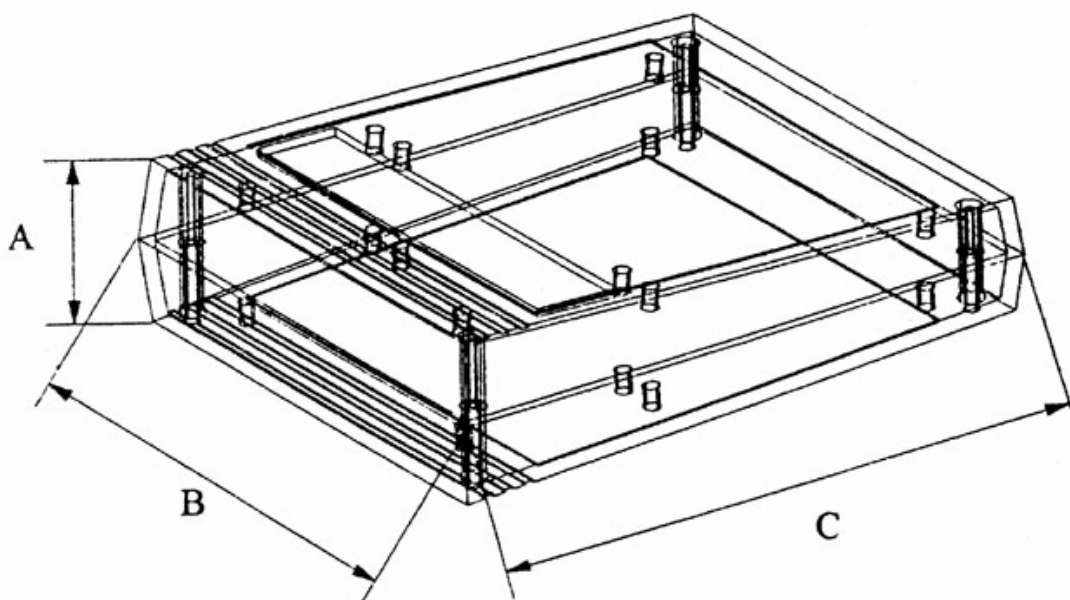


PŘÍLOHA Č. 6 - PLASTOVÁ KRABICE PRO TERMINÁL [8]

Plastová krabice typu U-KP17 dle katalogu firmy GM Electronic, s.r.o.

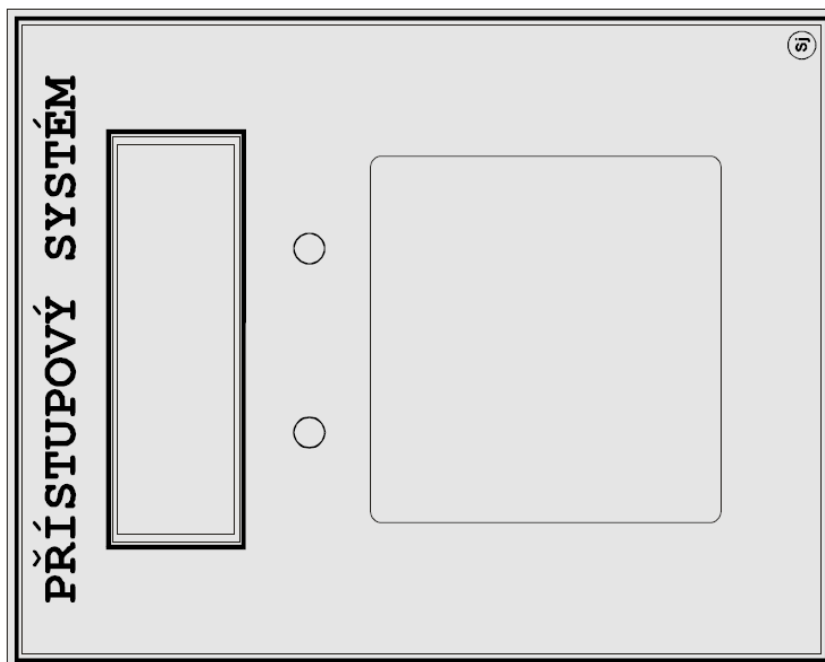
Rozměry krabice 38 mm (A), 119 mm (B), 143 mm (C).

Popis: 2 díly, 4 vruty, 4 nožičky, bez výřezu v horním dílu.

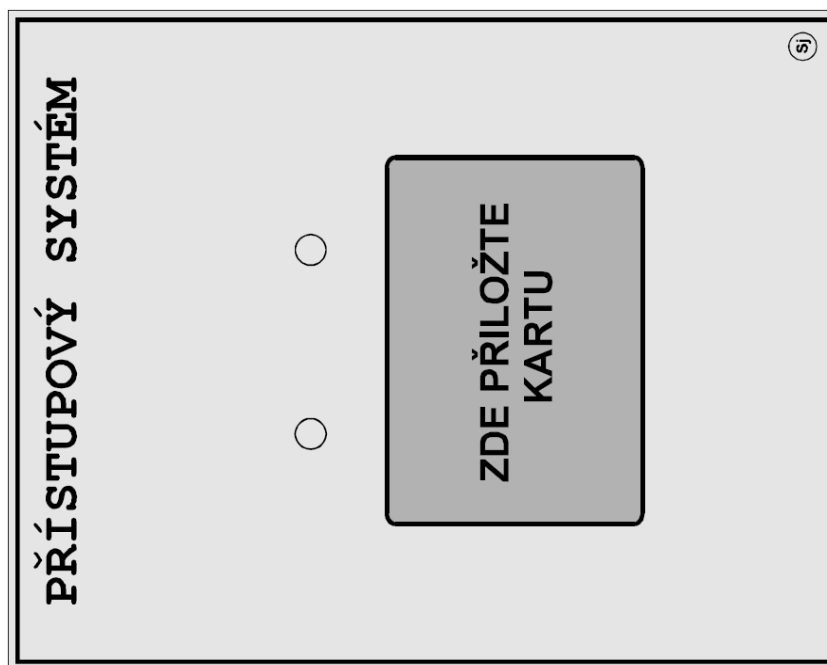


PŘÍLOHA Č. 7 - Přední štítky na terminál

- Varianta s LCD displejem a klávesnicí (není v měřítku 1:1)



- Varianta bez LCD displeje a klávesnice (není v měřítku 1:1)



PŘÍLOHA Č. 8 - Reálný pohled na hotový terminál

- Varianta s LCD displejem a klávesnicí



PŘÍLOHA Č. 9 - Hlavní okno programu server [20]

